

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

PRAHA, 2011

DAVID ROZMAN

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Aplikovaná geologie



Dipl. Ing. David Rozman

Zatápění dolu Hamr I a posouzení vlivu geologické stavby území na hydrogeologické poměry v severovýchodní části strážského bloku

Flooding of the Hamr I mine and evaluation of the geological structure impact on the hydrogeological conditions in the northeastern part of Stráž block

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Josef V. Datel Ph.D.

Konzultant: Mgr. Vladimír Ekert

Praha, 2011

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 17. 8. 2011

Podpis

Poděkování

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi pomohli při vzniku této diplomové práce. Mému školiteli RNDr. Josefu V. Datlovi Ph.D. a konzultantovi Mgr. Vladimíru Ekertovi za cenné připomínky a rady, státnímu podniku DIAMO a odštěpnému závodu Těžba a úprava uranu ze Stráže pod Ralskem za poskytnutí archivních materiálů, mapových podkladů a dat a zaměstnancům tamního geologického oddělení pod vedením Václava Mužíka.

V neposlední řadě patří mé díky rodině a přátelům za jejich pomoc a podporu.

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Geografické umístění zkoumané oblasti	8
3	Historie a rozvoj těžby uranu v oblasti Stráže pod Ralskem.....	10
4	Geologické poměry zkoumané oblasti	13
4.1	Podloží křídý	14
4.2	Křídové horniny.....	15
4.2.1	Perucké a korycanské vrstvy	16
4.2.2	Bělohorské souvrství	17
4.2.3	Jizerské souvrství.....	17
4.3	Terciér	17
4.4	Kvartér	18
4.5	Strukturní poměry.....	18
5	Hydrogeologické poměry zkoumané oblasti	21
5.1	Cenomanský kolektor	21
5.2	Turonský kolektor	22
5.3	Hydrogeologický význam pásma strážského zlomu	23
5.4	Hydrogeologický význam zlomu a těles neovulkanitů	26
5.5	Postup odvodňování dolu Hamr I	27
5.6	Sanace a postup zatápění dolu Hamr I.....	30

5.7	Hydrochemické charakteristiky	30
6	Metodika vlastních prací.....	33
6.1	Výběr dat z pozorovacích objektů.....	33
6.2	Zpracování dat.....	34
6.3	Grafické znázornění dat.....	35
7	Výsledky a diskuze.....	36
7.1	Časový vývoj výšky hladiny podzemní vody cenomanského kolektoru	36
7.2	Vztah mezi hladinou podzemní vody cenomanského a turonského kolektoru..	44
7.3	Časové reakce hydraulické výšky cenomanské zvodně	50
7.4	Ověření propustnosti pásma strážského zlomu	51
8	Závěry	56
9	Literatura	57

Seznam obrázků

Obrázek 1:	Umístění a mapa širšího okolí zájmové oblasti	8
Obrázek 2:	Mapa hydrologických povodí 4. řádu.....	9
Obrázek 3:	Přehledná mapa s konturami ložisek ve strážském bloku	10
Obrázek 4:	Geologická mapa širšího okolí se zvýrazněním zájmového území.....	13
Obrázek 5:	Bloková stavba zájmového území.....	19
Obrázek 6:	Strukturní mapa zájmového území.....	20
Obrázek 7:	Schéma pásma strážského zlomu	25
Obrázek 8:	Průměrné čerpání důlních vod z hlubinných dolu ve strážském bloku	29
Obrázek 9:	Mapa rozmístění vybraných cenomanských a turonských vrtů	33
Obrázek 10:	Mapa izolinií hladiny cenomanské zvodně strážského bloku těsně před zahájením zatápění.....	37
Obrázek 11:	Mapa izolinií hladiny cenomanské zvodně strážského bloku v průběhu zatápění z konce roku 2003.....	38
Obrázek 12:	Mapa izolinií hladiny cenomanské zvodně strážského bloku v průběhu zatápění z konce roku 2005.....	39
Obrázek 13:	Mapa izolinií hladiny cenomanské zvodně strážského bloku v průběhu zatápění z konce roku 2010.....	40
Obrázek 14:	Detail stavu hladiny v cenomanském kolektoru mezi hydraulickou bariérou Stráž a dobývacími bloky DH I v roce 2000.....	41
Obrázek 15:	Detail stavu hladiny v cenomanském kolektoru v oblasti pásma Čertových zdí v roce 2000.....	41

Obrázek 16: Detail stavu hladiny v cenomanském kolektoru v okolí Osečné v roce 2005.....	42
Obrázek 17: Detail stavu hladiny v cenomanském kolektoru v okolí Křižan v roce 2005.....	42
Obrázek 18: Detail stavu hladiny v cenomanském kolektoru v oblasti dolu Křižany I v roce 2007.....	43
Obrázek 19: Detail stavu hladiny v cenomanském kolektoru v oblasti dolu Hamr II v roce 2007.....	43
Obrázek 20: Mapa izolinií hladiny turonské zvodně strážského bloku.....	44
Obrázek 21: Časový vývoj úrovní hladiny podzemní vody ve vrtech v oblasti pásma Čertových zdí.....	45
Obrázek 22: Časový vývoj úrovní hladiny podzemní vody ve vrtech v oblasti bývalého dolu Křižany I.....	47
Obrázek 23: Časový vývoj úrovní hladiny podzemní vody ve vrtech v oblasti bývalého dolu Hamr II.....	48
Obrázek 24: Hydroizopiezy cenomanské zvodně strážského bloku v roce 1967	49
Obrázek 25: Mapa časových reakcí hydraulické výšky cenomanské zvodně ve dnech na začátek zatápění dolu Hamr I.....	51
Obrázek 26: Časový vývoj úrovní podzemní vody ve vrtech v oblasti pásma strážského zlomu u bývalého dolu Křižany I.....	53
Obrázek 27: Časový vývoj úrovní podzemní vody ve vrtech v oblasti pásma strážského zlomu mezi Útěchovickým Špičákem a Stráží pod Ralskem	55

Seznam tabulek

Tabulka 1:	Přehled profilu hornin svrchní křídy	15
Tabulka 2:	Významné momenty vývoje hydraulického systému v oblasti těžby ve strážském bloku	27
Tabulka 3:	Chemické složení neovlivněných podzemních vod strážského bloku s průměrnými koncentracemi	31
Tabulka 4:	Rozsah koncentrací složek v technologickém roztoku.....	32
Tabulka 5:	Korelace hladin v turonských a cenomanských vrtech v oblasti pásma Čertových zdí	46
Tabulka 6:	Korelace hladin v turonských a cenomanských vrtech v oblasti bývalého dolu Křižany I.....	47
Tabulka 7:	Korelace hladin v turonských a cenomanských vrtech v oblasti bývalého dolu Hamr II.	48
Tabulka 8:	Korelace hladin v turonských a cenomanských vrtech v oblasti pásma strážského zlomu u bývalého dolu Křižany I.....	54
Tabulka 9:	Korelace hladin v turonských a cenomanských vrtech v oblasti pásma strážského zlomu mezi Útěchovickým Špičákem a Stráží pod Ralskem.....	55

Seznam příloh

Příloha 1:	Tabulka s charakteristickými údaji o použitých vrtech, časovým rozsahem měření a průměrným počtem měření za rok.	60
Příloha 2:	Tabulka průměrného ročního čerpání v m ³ /min z hlubinných dolů ve strážském bloku.	77
Příloha 3:	Srovnávací korelace dvou sousedních cenomanských vrtů, jako příklad vysoké míry korelace a závislosti hladin v obou objektech	78
Příloha 4:	Srovnávací korelace cenomanského a turonského vrtu z různých oblastí, jako příklad nízké míry korelace a nezávislosti hladin v obou objektech....	78

1 Úvod

Geologickým vývojem území v severozápadní části české křídové pánve vzniklo pestré hydrogeologické prostředí strážského bloku. Základní stavba je charakterizovaná cenomanským kolektorem s napjatou hladinou podzemní vody, spodnoturonským poloizolátorem v nadloží a středněturonským kolektorem na povrchu. Masiv přerušují četné mladší zlomy a žíly s vulkanickou výplní. Severovýchodní část strážského bloku byla v minulém století během 45 let trvající těžby uranu výrazně postižena. Různé způsoby těžby změnily přirozené hydraulické i hydrochemické podmínky zvodní. Proto je v současnosti třeba sanačními zákroky zmírnit důsledky, které by mohly zásadně ohrozit životní prostředí.

V období těžby i v sanačním období bylo provedeno množství geologických průzkumů a interpretací ve zprávách, proto patří strážský blok mezi nejlépe geologicky prozkoumané oblasti. Přesto obzvláště v oblasti hydrogeologie zůstává i nadále několik důležitých témat, kterým je potřeba se dodatečně věnovat a ověřit dosavadní poznatky.

Úkolem této diplomové práce je ověřit a upřesnit vliv stavby území na hydrogeologické poměry v severovýchodní části strážského bloku. Pochopení funkce zlomů, vulkanických žil a poloizolátoru může být vzhledem k problematice na zájmovém území klíčové pro uspokojivé řešení situace.

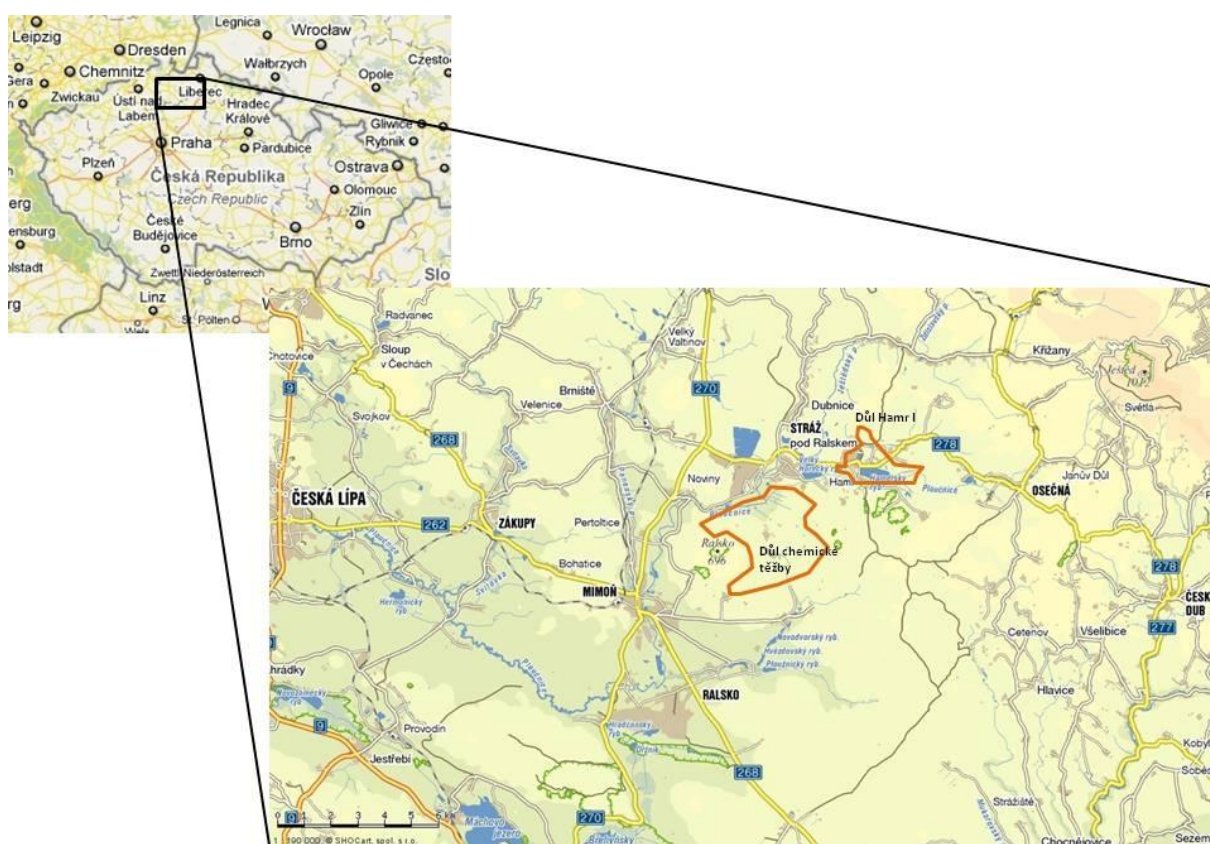
Základem pro práci jsou archivní materiály a data z monitorovací sítě úrovně hladiny podzemní vody v cenomanském a turonském kolektoru, které mi poskytl s. p. DIAMO.

Cíle diplomové práce:

- rešerše hydraulické situace, průběhu odvodnění a zatápění hlubinného dolu
- výběr dat ze sítě monitorovacích vrtů
- zpracování a interpretace dat
- ověření tektonické situace a její hydrogeologické funkce

2 Geografické umístění zkoumané oblasti

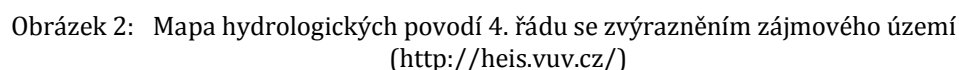
Oblast dolu Hamr I se nachází v severních Čechách mezi městy Liberec na severovýchodě, Českou Lípou na západě, Jablonném v Podještědí na severu a Mimoní na jihu (obrázek 1). V blízkosti jsou obce Stráž pod Ralskem a Hamr na Jezeře, jejichž rozvoj a podobu silně ovlivnila důlní činností. Širší oblast byla výrazně ovlivněna také přítomností bývalého Vojenského výcvikového prostoru Ralsko.



Obrázek 1: Umístění a mapa širšího okolí zájmové oblasti (<http://www.mapy.cz>)

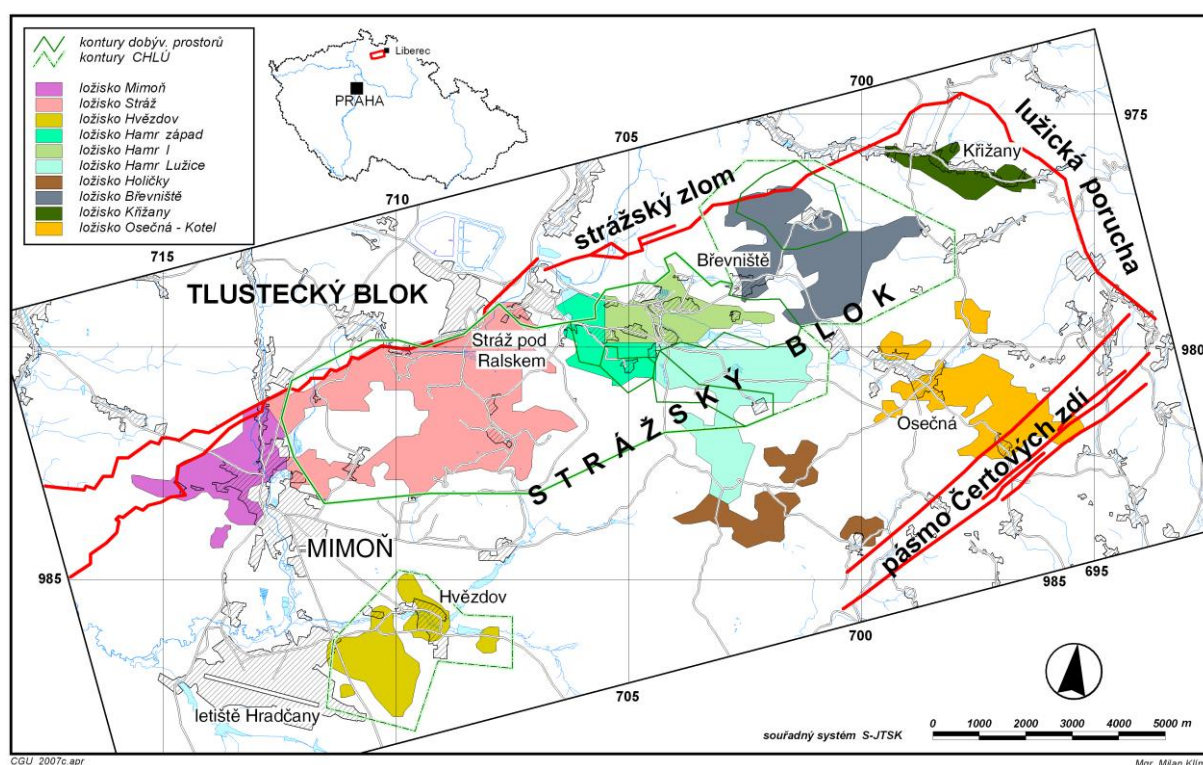
Geograficky patří zájmové území k české křídové tabuli a celku Ralské pahorkatiny. Povrch tvoří reliktní strukturní plošiny křemenného pískovce s nadmořskou výškou 300 až 450 m a solitérní vyvýšení s tělesy neovulkanitů v jádru (nejvýše Ralsko s 696 m n. m.).

Na obrázku 2 jsou znázorněna povodí povrchových vodních toků. Všechny potoky v zájmové oblasti se vlévají do řeky Ploučnice (číslo povodí 11403), která se dále na



3 Historie a rozvoj těžby uranu v oblasti Stráže pod Ralskem

V roce 1963 byla při leteckém geofyzikálním průzkumu objevena magnetická anomálie v oblasti Hamru na Jezeře a Stráže pod Ralskem. Už první průzkumné vrty jižně od obce Hamr na Jezeře potvrdily uranové zrudnění průmyslového významu ve zvodněných křídových sedimentech. V šedesátých letech byla tak postupně objevena ložiska Hamr pod Ralskem, Osečná – Kotel, Břevniště pod Ralskem, Křižany, Holičky, Stráž pod Ralskem, Mimoň a Hvězdov (obrázek 3).



Obrázek 3: Přehledná mapa s konturami ložisek ve strážském bloku (s. p. DIAMO o. z. TÚU)

Už od objevení ložisek se uvažovalo o dvou způsobech těžby. Klasická hlubinná těžba byla problematičtější z hlediska odvodnění a nakládání s radioaktivními důlními vodami. Alternativní chemická těžba (metoda podzemního loužení pomocí vrtů z povrchu) byla v té době novinkou a představovala nejistoty především z hlediska podmínek a účinnosti těžby.

V roce 1965 začaly přípravné práce na hlubinnou těžbu a v roce 1967 se začalo s rozsáhlým odvodňováním cenomanského kolektoru na ložisku Hamr pod Ralskem. Souběžně se už prováděly i vyluhovací pokusy s kyselými roztoky na ložiscích Stráž pod Ralskem a Hamr pod Ralskem (Slezák, 2001). Později se chemická těžba omezila pouze na ložisko Stráž pod Ralskem a pokračoval rozvoj obou metod. Už v 70. letech se ukázalo, že se oba způsoby těžby na tak blízké vzdálenosti navzájem negativně ovlivňují. Vtláčení kyselých roztoků do vyluhovacích polí dolu chemické těžby na jedné straně a odvodňování hlubinného dolu Hamr I na straně druhé, způsobilo extrémně vysoký hydraulický gradient (asi 1:25) v cenomanském kolektoru mezi ložisky. Proto začaly kyselé roztoky z polí chemické těžby unikat do hlubinného dolu Hamr I. Kyselé důlní vody představovaly nebezpečí pro samotný důl kvůli agresivnímu vlivu na konstrukci výztuže, způsobovaly menší účinnost chemické těžby, zatěžovaly životné prostředí v okolí vyluhovacích polí a vyžadovaly úpravu systému čištění důlních vod. Tato problematika byla řešena zvláštními opatřeními, které ovlivnily hydraulickou situaci v oblasti těžby, jako například systém hydraulických bariér (HB) a předsunutá drenáže hlubinného dolu.

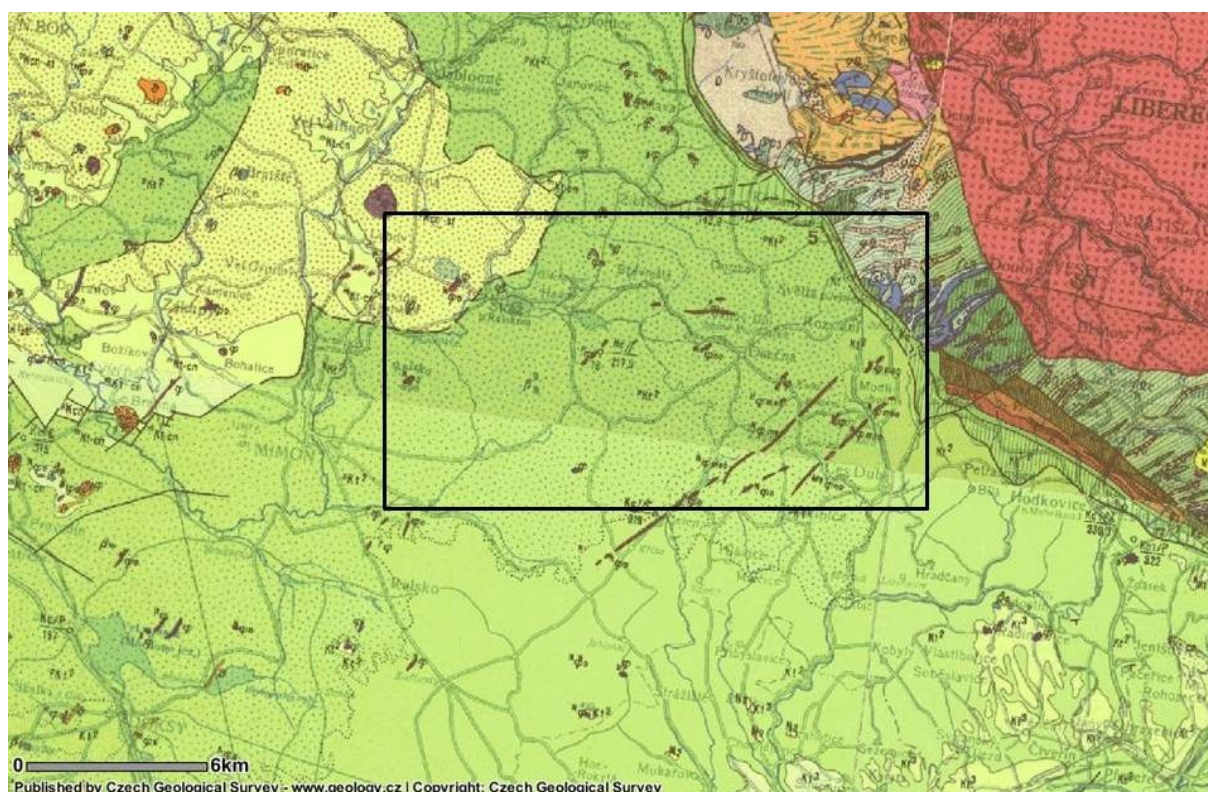
Kromě dolu Hamr I (DH I) v severní části ložiska Hamr pod Ralskem se na ložisku Břevniště pod Ralskem (asi 2 km severovýchodně od dolu Hamr I) v polovině 70. let začal hloubit důl Křižany I (DK I). Uranová ruda se tam těžila od roku 1983. Kvůli menší projektované ploše a větší vzdálenosti od polí chemické těžby, nedocházelo k větším problémům s odvodněním. Těžba byla zastavena v roce 1990. V prosinci roku 1990 bylo ukončeno čerpání důlních vod, a tak bylo zahájeno zatápění. V 80. letech se v jižní části ložiska Hamr pod Ralskem začal hloubit důl Hamr II (DH II). Jámy se koncem 80. let v rámci útlumu těžby uranu zavřely dřív, než se zahájila těžba rudy.

V dolu Hamr I se uranová ruda těžila v letech 1972 až 1993. V roce 1995 bylo rozhodnuto o zavření a sanaci. Po likvidaci a založení důlních děl bylo v roce 2001 zahájeno postupné zatápění dolu. V dubnu 1996 byla vyhlášena likvidace dolu chemické těžby (DCHT). Zatápění dolu Hamr I bylo v letech 2001 až 2003 urychleno vtláčením alkalizací upravené odkalištní vody, která také upravila pH podzemní vody v dolovém poli. Na konci roku 2010 byla úroveň hladiny ve vrtu HSCC-19, který se nachází v centru deprese z 90. let, kolem 232 m n. m. Hladina v této oblasti od začátku zatápění stoupla

zhruba o 97 m a je pořád o přibližně 73 m nižší než původní hladina před ovlivněním těžbou. Očekává se, že bude původní hydraulický stav ve strážském bloku dosažen až několik desítek let po ukončení sanačních prací a čerpání z vyluhovacích polí.

4 Geologické poměry zkoumané oblasti

Zkoumané území leží v lužické faciální oblasti české křídové pánve. Valečka (1999) označil tuto oblast jako severní progradační areál, který se vyznačuje výraznou převahou pískovcových těles (obrázek 4). Tyto sedimentární horniny vznikly erozí a transportem materiálu ze zdrojové oblasti severozápadně od zkoumaného území, ze tzv. západosudetského ostrova v křídovém moři. Šlo o cyklickou negativně gradační sedimentaci s četnými nepravidelnostmi ve vývoji, kvůli synsedimentární tektonice a migraci facií. Sekvence začíná cenomanem a končí místně až svrchním turonem a coniakem (tabulka 1).



Obrázek 4: Geologická mapa širšího okolí se zvýrazněním zájmového území (<http://mapy.geology.cz>); legenda k mapě je dostupná na internetové adrese <http://mapy.geology.cz/website/spolecny/legendaG200.gif>

Mocnost křídových sedimentů dosahuje v blízkosti Stráže pod Ralskem asi od 150 m do 200 m. V podloží jsou epizonálně metamorfované horniny svrchního proterozoika a staršího paleozoika. V širší oblasti jsou významné terciérní průniky neovulkanitů. Povrch je částečně překrytý kvartérními uloženinami, které však nedosahují větších mocností. Území protínají četné zlomy, tvořící charakteristickou blokovou stavbu. Důl Hamr I se nachází ve strážském bloku, který je oproti sousedním blokům relativně vyzdvižený.

Následující litologický a stratigrafický popis je částečně převzatý ze závěrečné zprávy - Důl Hamr I (Koštejn et al, 2004) a článku Historie těžby uranu v oblasti Stráže pod Ralskem v severočeské křídě a hydrogeologie (Slezák, 2001).

4.1 Podloží křídý

Nejrozšířenějšími horninami metamorfovaného krystalinika jsou fylity převážně sericitického typu a zčásti i chlorit-sericitického typu s typickým zvrásněním a břidličnatostí. Objevují se ještě kvarcity a kvarcitické fylity na jihovýchodě a zřídka i grafitické fylity, zelené břidlice, vápence a dolomity. V oblasti Hamru na Jezeře byly zjištěny granitoidy, které jsou přiřčovány k lužickému plutonu. V podobě žil v podloží vystupují také křemenné porfýry.

4.2 Křídové horniny

Tabulka 1: Přehled profilu hornin svrchní křídý podle J. Adamoviče a V. Kleina 1994

Jz. předpoli ložiska Stráž

SROVNÁVACÍ STRATIGRAFICKÁ TABULKA ŠIRŠÍ ZÁJMOVÉ OBLASTI Sestavili: J. Adamovič, V. Klein 1994					Litostratigrafické členění (Čech et al. 1980)		Litostratigrafické členění - popis litostratigrafických typů	
Zjednodušené stratigrafické členění křídý a návrstí, užívané v DIAMO s.p.		Chronostratigrafické členění						
svrchnoturonsko- coniacský komplex	prachovce a jílovce s vložkami pískovců	svrchní coniac		břeženské souvrství		břeženské souvrství: vápnitý jílovec až prachovec, místy slínovec s jemno- až hrubozrnným pískovcem ve vrcholcích nahoru hrubozrnných cyklů, v oblasti České Lípy rychlé střídaní podle jílovitoprachovitých a jemně písčitých (flyš)		
		střední coniac		teplické souvrství		teplické souvrství: vápnitý jílovec až prachovec, místy nahoru hrubozrnný cyklus, ukončený pískovcem, horní hranice přechodová		
		spodní coniac				jizerské souvrství - svrchní část: níže jemnozrnné křemenné pískovce s vápnitými vložkami a šterčkovými polohami, výše středozrnné až hrubozrnné pískovce, častý vývoj nahoru hrubozrnných cyklů, horní hranice - rychlý přechod		
		svrchní turon		svrchní část		jizerské souvrství - střední část: na bázi jemnozrnný křemenný pískovec na J vápnitý, výše středně až hrubozrnný pískovec, často v nahoru hrubozrnných cyklech, v okolí Mimoně se sekvenel převládá jemnozrnného pískovce		
střední turon	kvádrové pískovce	střední turon		jizerské souvrství		jizerské souvrství - spodní část: níže jílovitý prachovitý pískovec, na bázi slabě vápnitý, výše přechází pozvolně nebo rychlým střídaním do středně až hrubozrnného křemenného pískovce s valouny		
				bělhorské souvrství		bělhorské souvrství: vápnitý prachovec, při bázi až slínovec nebo i jílovitý vápenec, v bazální poloze fosilové konkrece a místy glaukonit, při vrcholu jemně písčité prachovce až pískovce, horní hranice - většinou pozvolný přechod		
spodní turon	prachovce	spodní turon		bělhorské souvrství				
mořský cenoman	slínovce							
	kalové vápence							
	přechodová zóna							
	fukoidové pískovce							
rozpadavé pískovce								
	rozmyv							
sladkovodní kontinentální cenoman	sladkovodní cenoman	svrchní cenoman		korycanské vrstvy		korycanské vrstvy: místy bazální brekcie až slepenec, výše rozpadavý, špatně vytříbený středně až hrubozrnný pískovec s polohami jemnozrnného jílovitého pískovce a vzácně jílovce, výše jemnozrnný křemenný pískovec, dobře vytříbený, v nadloží s jemnozrnným jílovitým pískovcem s bioturbacemi, vrchol - prachovec (jílovec) s glaukonitem		
		střední cenoman						
		spodní cenoman		perucké vrstvy		perucké vrstvy: bazální brekcie, výše přechod do nevytříbeného pískovce, prachovce a uhlénoho jílovce s vložkami brekcií, někdy více nahoru zjemňujících cyklů		

4.2.1 Perucké a korycanské vrstvy

Sedimentace v české křídové pánvi začala kontinentální fází, kdy se do depresí předkřídového paleoreliéfu v podloží ukládaly sladkovodní usazeniny. Tyto lokálně omezené vrstvy spodního a středního cenomanu nazýváme peruckými. Na bázi se vyskytují brekcie a slepence, výše pak typické fluvialní nahoru zjemňující cykly slepence a pískovce, přecházejícího do jílovců. Z facií mělčin, jezer a močálů jsou přítomné také pískovce, písčité prachovce a prachovité jílovce. Celková mocnost peruckých vrstev obvykle dosahuje několik metrů až několik desítek metrů.

Ve středním a svrchním cenomanu po transgresi následovala mořská sedimentace korycanských vrstev. Bázi tvoří rozmyvové nevytríděné sedimenty s úlomky hornin z podloží. V různých poměrech se vyskytují jílovité, prachovité a písčité frakce, valouny a zuhelnatělá organická hmota. Dále následují většinou středně až hrubě zrnité rozpadavé pískovce mělkovodní facie. Obsahují velmi málo prachovito - jílovité základní hmoty nebo tmelu, proto mají slabou soudržnost. Následuje mocnější horizont fukoidových pískovců. Jde o prachovité, jemnozrné a dobře vytríděné pískovce vnějšího příbřeží. Přítomen je glaukonit a ve vyšších polohách také větší množství karbonátů. Nejvýše, při hranici s turonem se místně vyskytuje přechodová zóna s jílovitým prachovcem. Typické mocnosti korycanských vrstev se pohybují od 50 do 70 m.

Na bázi cenomanského souvrství se nachází těžené uranové zrudnění, které je vázáno na propustné křídové sedimenty tzv. rozmyvového horizontu. Při malé mocnosti horizontu je zrudněna jeho celá mocnost. Na styku s rozmyvem jsou zrudněné i kontinentální uloženiny a v lokálních anomáliích částečně i metamorfity v podloží a rozpadavé pískovce v nadloží. V severní části ložiska Hamr pod Ralskem dosahuje spojitě rudné těleso typických mocností 2 až 6 m. V jižních částech ložiska je vývoj rudných poloh nepravidelný s proměnlivou mocností a častým štěpením a spojováním těles. Celková mocnost poloh někde přesahuje 10 m. Uranové a uranonosné minerály jsou ve zrudněných sedimentech jemně dispergovány. Jde hlavně o uranové černé a metakaloidní minerály, vzácnější je uraninit (smolinec). Vyskytují se ještě brannerit, coffinit, davidit a ningyot (Koštejn et al, 2004).

4.2.2 Bělohorské souvrství

Ve spodním turonu začala monotónní sedimentace převážně jemnější frakce. Pro bělohorské souvrství jsou tak charakteristické především slínovce jílovito – prachovitého charakteru. Typické mocnosti dosahují od 40 do 60 m. Při bázi se vyskytují masivní světle šedé vápence, tzv. kalové vápence a ve svrchních částech jsou prachovce, které písčitémi prachovci postupně přecházejí do jizerského souvrství v nadloží.

4.2.3 Jizerské souvrství

Ve středním turonu následoval přechod do výrazně písčité sedimentace. Bazální část tvoří jemnozrnné horniny podobné svrchní části bělohorského souvrství. Následují prachové pískovce a výše tzv. kvádrové pískovce. Tuto mocnější vrstvu představuje nahoru hrubnoucí cyklus od jemnozrnných až po hrubozrnné pískovce s proměnlivým štěrčikovým podílem. Typické mocnosti ve strážském bloku dosahují od několika desítek metrů do 120 m u Ralska.

Kvůli povrchové denudaci se ve vyzdvíženém strážském bloku neobjevují mladší horniny svrchní části jizerského souvrství, teplického a březenského souvrství. Jde o svrchnoturonské a coniacké prachovce a jílovce s vložkami pískovců, které se vyskytují například v zakleslém tlusteckém bloku severně.

4.3 Terciér

Souvislé výskyty sedimentů z tohoto období se v zájmovém území nezachovaly. Pro terciér jsou charakteristické neovulkanity. Tvar těles je dán strukturně tektonickou predispozicí a fyzikálními a chemickými vlastnostmi vystupujícího magmatu. V první fázi (před 87 až 50 mil. let) převládají nefelinity, polzenity a melilitity. Tento iniciální vulkanismus má úzký vztah k starším strukturám v podloží křídý a představuje jejich oživení. V druhé, hlavní tektonické fázi (před 42 až 17 mil. let) převládají bazaltoidy a jejich brekcie nad trachytoidy.

Nejčastější tvar výskytu neovulkanitů jsou žíly. Převládá orientace v krušnohorském směru (SV – JZ) se strmým úklonem k severozápadu (80 – 90°). Ojedinělé, například na

Ralsku, se vyskytují i radiální žíly. Mocnost žil je kolísavá, typicky v rozsahu od desítek centimetrů do několika metrů.

Ověřené byly také horizontální ložní struktury lopolitového typu, ze kterých je nejvýznamnější podpovrchová intruze melilititů v západní části strážského bloku u Osečné. Jde o intruzi převážně mezi krystalinickým podložím a cenomanskými pískovci. V severnějších částech tělesa leží v souvrství a rozděluje rozpadové a fukoidové pískovce na víc bloku. Rozloha intruze je asi 12,5 km² a mocnosti tělesa jsou mezi 40 m na jihovýchodě u Čertových zdí a několika desítkami centimetrů při vyklínování plochy na severu (Datel et al, 2009). Kvůli tlaku intruze došlo k vyklenutí vrstev sedimentů turonu v nadloží a vzniku četných puklin.

Ve vulkanických centrech na křížení velkých zlomů a na jejich ohybech se často vyskytují diatremy. Jde o bazaltoidní brekcie nebo opakované intruze bazaltoidů do starších diatremových struktur. Sopuchy jsou obvykle vyplněny směsí vulkanického materiálu a úlomků okolních hornin. Tělesa často protínají celou křídovou sekvenci a jsou na kontaktu s pískovci zjílovatělá. V dole Hamr I byly nafáráne diatremy s rozměry až 250 x 80 m (Koštejn et al, 2004).

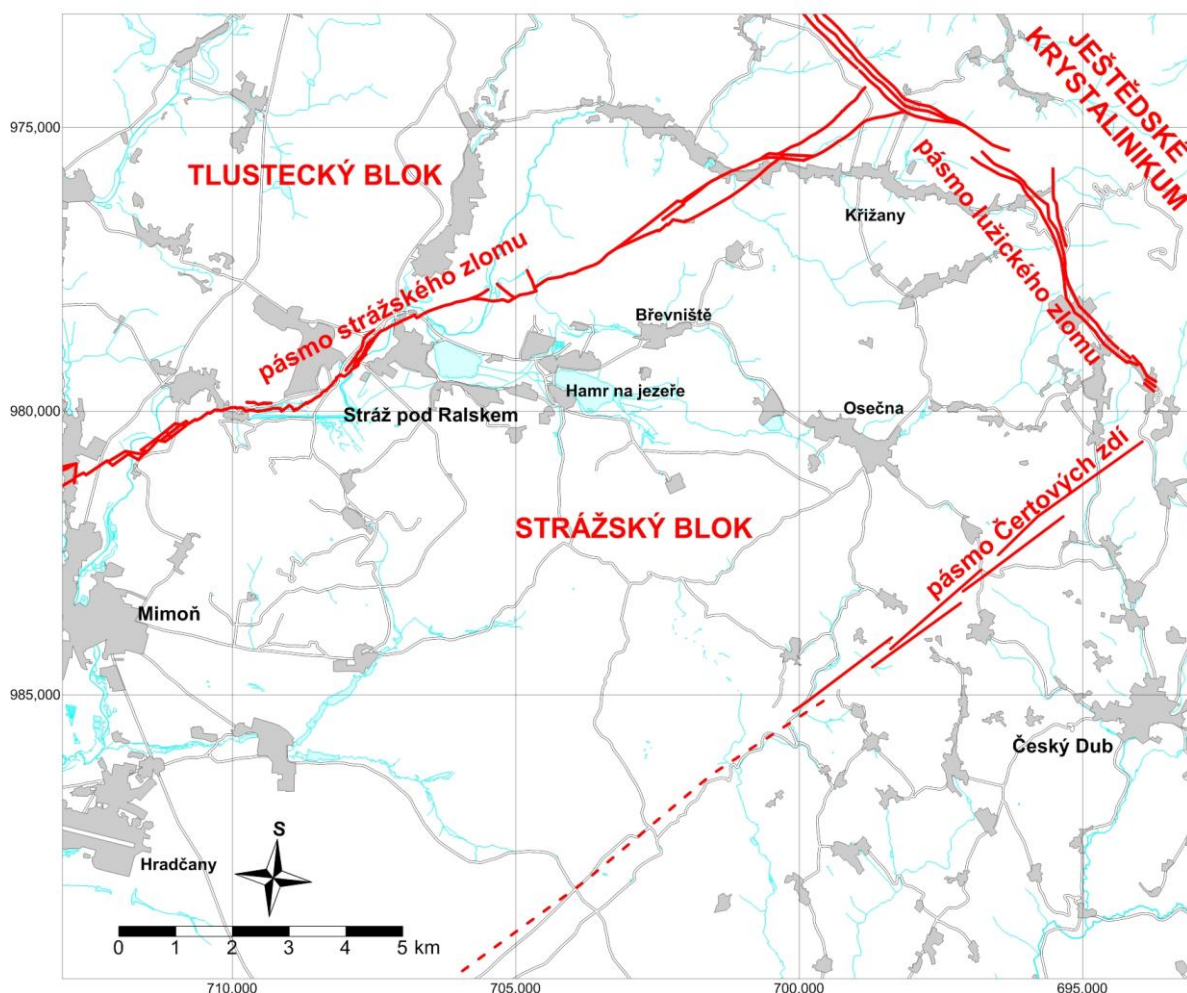
4.4 Kvartér

Místy rozsáhlé pokryvy tvoří pestré kvartérní sedimenty. Jde o pleistocenní proluviální a fluviální písky, štěrky a eolické sedimenty. Holocenní štěrky a písky v údolí často obsahují i organické sedimenty. Na strmějších svazích se během období usazovaly také deluviální uloženiny.

4.5 Strukturní poměry

Tektonické procesy během křídové sedimentace ovlivňovaly kolísání hladiny moře, hloubku sedimentace a polohu zdrojové oblasti klastického materiálu. Po křídě začal platformní vývoj české křídové pánve. Tlaky alpského orogénu způsobily kerný rozpad území, přičemž hlavní zlomy vznikly reaktivací starších struktur. Nejdůležitější směry zlomových linií jsou krušnohorský (SV-JZ) a sudetský (SZ-JV). Kry představují většinou vertikálně posunuté bloky.

Vyzdvížený strážský blok, ve kterém leží ložisko Hamr pod Ralskem, je ze všech stran omezen významnými zlomy (obrázek 5).

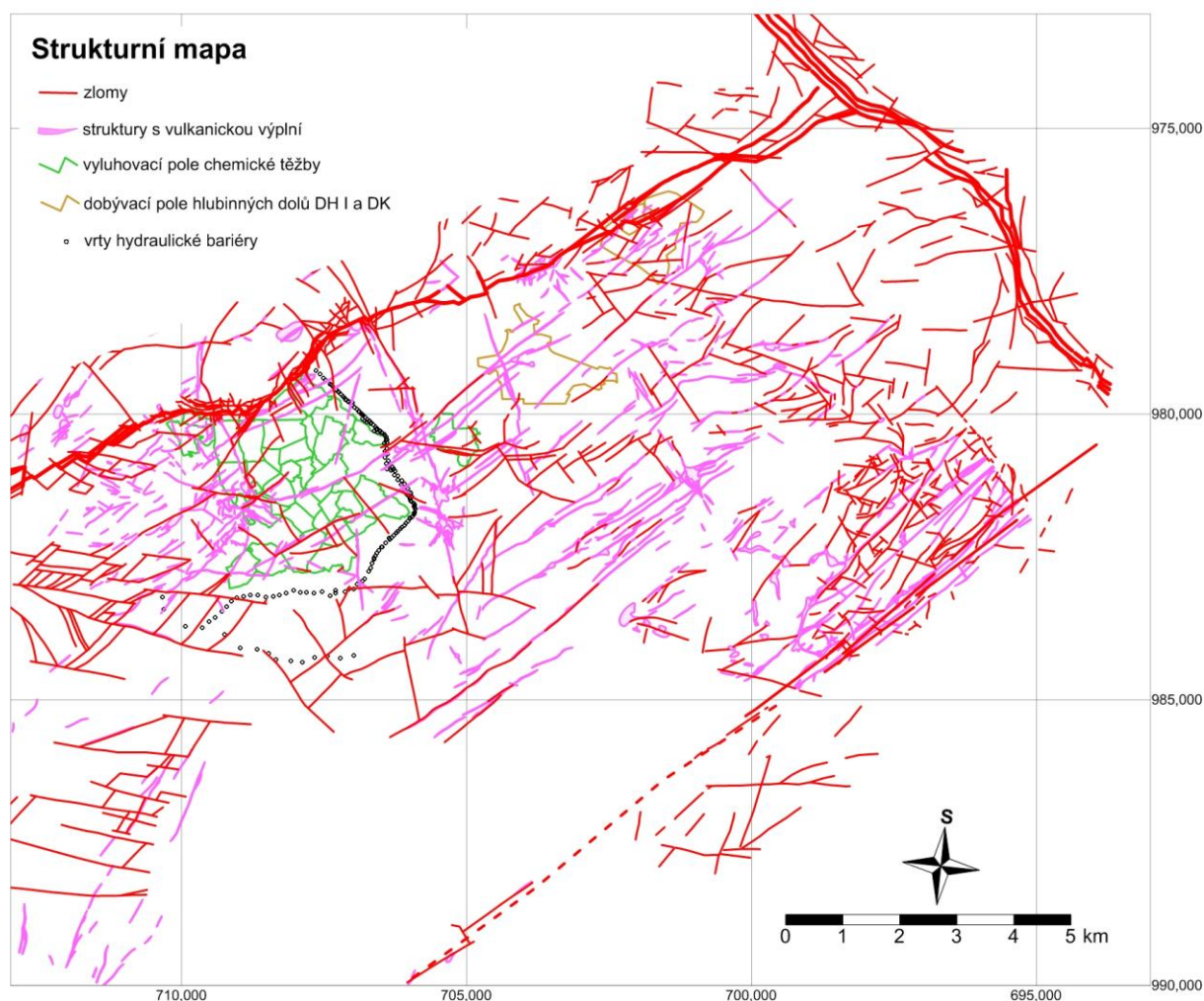


Obrázek 5: Bloková stavba zájmového území (mapové podklady s. p. DIAMO o. z. TÚÚ)

Na severozápadě ho ohraničuje komplikované pásmo strážského zlomu, které představuje ukončení středohorského zlomu ze západu. Pásmo má charakter stupňovitého poklesu krušnohorského směru, s úklony dílčích poklesů 60-70 stupňů k severozápadu. Na severozápadní straně strážského zlomu je tlustecký blok, který je oproti strážskému zaklesnutý o 300 až 600 m. Na severovýchodě je strážský blok omezen lužickým zlomem s generelním sudetským směrem. Jde o zlomové pásmo šupinovitě stavby s řadou paralelních přesmyků, podle kterých bylo ještědské krystalinikum nasunuto na křídou pod úhlem 30° až 60°. Výška skoku se usuzuje na více než 1000 m (Slezák, 2001). Jihovýchodní hranici tvoří vulkano - tektonické pásmo Čertových zdí se žilami a zlomy strmě zapadajícími k severozápadu. Na jihozápadě je

strážský blok omezen hradčanským zlomem, který představuje pokračování významné struktury českolipského zlomu. Na povrchu se neprojevuje a je ověřen pouze v podloží křídý.

V důsledku tektonické aktivity, rozvoje puklinových systémů a následné vulkanické aktivity území vznikly četné žíly, které vyplňují hlavní smykové pukliny (obrázek 6). Pukliny bez vulkanické výplně jsou většinou sevřené. Vzácně se objevuje v ploše neprůběžná mylonitizovaná výplň, s mocností do 10 mm.



Obrázek 6: Strukturní mapa zájmového území (mapové podklady s. p. DIAMO o. z. TÚÚ)

5 Hydrogeologické poměry zkoumané oblasti

Oblast dolu Hamr I se nachází při hranici dvou zvodněných systémů české křídové pánve. Strážský blok se nachází v boleslavsko – mělnickém bilančním celku a tlustecký blok na severozápadě patří k benešovsko – ústeckému bilančnímu celku. Oba zvodněné systémy mají mimořádný vodohospodářský význam. Hydrogeologické poměry jsou určeny litologickým vývojem, zlomovými poli, zlomy, žilami a dalšími tělesy terciérních neovulkanitů. V benešovsko – ústeckém celku se zachovaly všechny litostratigrafické jednotky křídového útvaru, který dosahuje velké mocnosti. V boleslavsko – mělnickém celku je přítomna pouze spodní část křídové sekvence. Protože se zájmové území nachází převážně jihovýchodně od strážského zlomu, vztahuje se následující popis hydrogeologických struktur především na boleslavsko – mělnický celek a strážský blok.

5.1 Cenomanský kolektor

Cenomanský zvodněný kolektor má v celém území (za přirozeného stavu před těžbou a mimo infiltrační oblast) napjatou hladinu podzemní vody. Tvoří ho perucké a korycanské vrstvy, ve kterých jsou z hydrogeologického hlediska nejvýznamnější polohy rozpadavých pískovců při bázi a fukoidových pískovců při stropu zvodně. Převládá průlinově – puklinový typ porozity (Koštejn et al, 2004). Podložní izolátor představují krystalinické horniny a na některých místech i slabě propustné bazální části peruckých vrstev. Stropní izolátor, nebo přesněji poloizolátor, tvoří bělohorské souvrství stáří spodního turonu. Tyto polohy slínovců a prachovců dosahují mocnosti 40 až 60 m a jsou narušené tektonickými strukturami, tělesy neovulkanitů a velkým počtem vrtů, což způsobuje propustnost vrstev. Proto hodnotíme souvrství jako poloizolátor.

V přirozeném stavu (před ovlivněním těžbou uranu) proudila podzemní voda v generálním směru od severovýchodu k jihozápadu se spádem $i = 0,002$. Úroveň hladiny podzemní vody dosahovala původně u lužické poruchy kolem 325 m n. m. a na jihozápadním kraji strážského bloku kolem 280 m n. m. (Koštejn et al, 2004).

Dobře propustné a málo zpevněné rozpadavé pískovce ve spodní části kolektoru dosahují mocnosti okolo 20 m a koeficient hydraulické vodivosti je v řádu $K = 10^{-5}$ m/s. Více zpevněné fukoidové pískovce ve svrchní části dosahují mocnosti okolo 45 m a koeficient hydraulické vodivosti je v řádu $K = 10^{-6}$ m/s (Slezák, 2001).

Kolektor je přirozeně dotován infiltrací srážek a povrchových vodotečí v oblasti lužické poruchy (kde korycanské vrstvy vystupují na povrch) a přetokem z turonského kolektoru skrz poloizolátor v nadloží. K přetoku dochází v místech, kde je hydraulická výška cenomanského kolektoru nižší než hydraulická výška turonského kolektoru, což se v přirozeném stavu vyskytuje především severozápadně od ložiska Stráž. V současném stavu pak v širším okolí dolu Hamr I kvůli intenzivnímu umělému odvodnění v minulosti. Dotace podzemní vody pochází také z turonské zvodně sousedního tlusteckého bloku. Vtláčení vody do hydraulických bariér (HB Stráž a HB Svěbořice) a vtláčení do vyluhovacích polí chemické těžby představuje umělou dotaci cenomanského kolektoru. Vzdálenou regionální drenáží celé oblasti je řeka Labe. I kolektor se přirozeně odvodňuje odtokem k jihu a jihozápadu a přetokem do turonského kolektoru v místech s pozitivní výtlačnou výškou. Uměle byl odvodňován čerpáním z dolu Hamr I a ostatních hlubinných dolů a dodnes provozem stanic likvidace kyselých roztoků z chemické těžby (SLKR I a II), odkud vyčištěné roztoky odtékají do Ploučnice.

V oblasti dolu Hamr I v důsledku umělého odvodnění vznikla z původně napjaté zvodně, zvodeň s volnou hladinou podzemní vody a směr proudění podzemní vody vedl v době čerpání do centra odvodnění.

5.2 Turonský kolektor

Středněturonský kolektor je tvořen kvádrovými pískovci a slínito – prachovitými pískovci s převážně průlinovou propustností. Zvodeň s volnou hladinou podzemní vody je na bázi od cenomanského kolektoru oddělena již zmíněným poloizolátorem bělohorského souvrství.

Generelní směr proudění podzemní vody je od severovýchodu k jihozápadu s průměrným spádem $i = 0,004$. Hladina se v zájmovém území pohybuje v rozsahu od 290 m n. m. do 300 m n. m. V okolí čerpacích vrtů dochází k lokálnímu snížení úrovně až o 2 m (Slezák, 2001).

Koeficient hydraulické vodivosti hydrogeologicky nejvýznamnějších kvádrových pískovců se pohybuje v řádech $K = 10^{-4}$ až 10^{-6} m/s. Mocnost kolektoru se zvětšuje směrem na jih a dosahuje od několika metrů do několika set metrů.

Kolektor je přirozeně dotován infiltrací srážek v celé ploše a při vhodných tlakových poměrech i přetokem z cenomanského kolektoru, jak už bylo zmíněno v předchozí kapitole. Hlavní odvodnění je směřováno k erozivním bázím řeky Ploučnice a ostatních vodotečí. Turonská zvodeň je významným zdrojem pitné vody pro celý region.

Severozápadní část zájmového území je charakterizovaná kontaktem zmíněných hydrogeologických struktur strážského bloku se sousedními strukturami v zakleslém tlusteckém bloku. V mocnějším turonském souvrství vzniklo tlakové zvodnění s mocností až 400 m. Stropní izolátor této napjaté turonské zvodně tvoří spodní část teplicko – březenského souvrství. Nad izolátorem se vyskytuje méně významný coniacký kolektor bez souvislého zvodnění s lokálními výskyty napjaté hladiny podzemní vody. Část turonského kolektoru tlusteckého bloku je výškově umístěna proti cenomanskému kolektoru strážského bloku. Taková situace kvůli znečištění v oblasti bývalé chemické těžby ohrožuje zásoby podzemní vody v turonském kolektoru. Komunikace obou kolektorů skrz strážský zlom je popsána v dílčí kapitole 5.3.

5.3 Hydrogeologický význam pásma strážského zlomu

Pásmo strážského zlomu má důležitý vliv na proudění podzemní vody v oblasti a především na případnou komunikaci zvodní strážského a tlusteckého bloku. Kvůli komplexní stavbě se propustnost tohoto pásma subparalelních zlomů v podélném profilu výrazně mění. Různé úseky jsou četnými příčnými zlomy rozdělené na mezikry, které jsou různě zakleslé. Proto dochází ke změnám vzájemné pozice kolektorů a

izolátorů strážského a tlusteckého bloku. Lokálně mohou podmínky komplikovat také produkty vulkanické činnosti.

Datel et al (2009) se ve své zprávě detailně zabývali problematikou charakteru strážského zlomu. Na základě údajů z geologické dokumentace vrtů a dřívějšího povrchového geologicko – geofyzikálního mapování byly zhotoveny geologické řezy, které pak byly využity pro zakreslení hydraulické situace podzemní vody.

Následuje stručný popis charakteru zlomového pásma podle uvedeného zdroje. Lokalizace jednotlivých bodů v textu je znázorněna na obrázku 7.

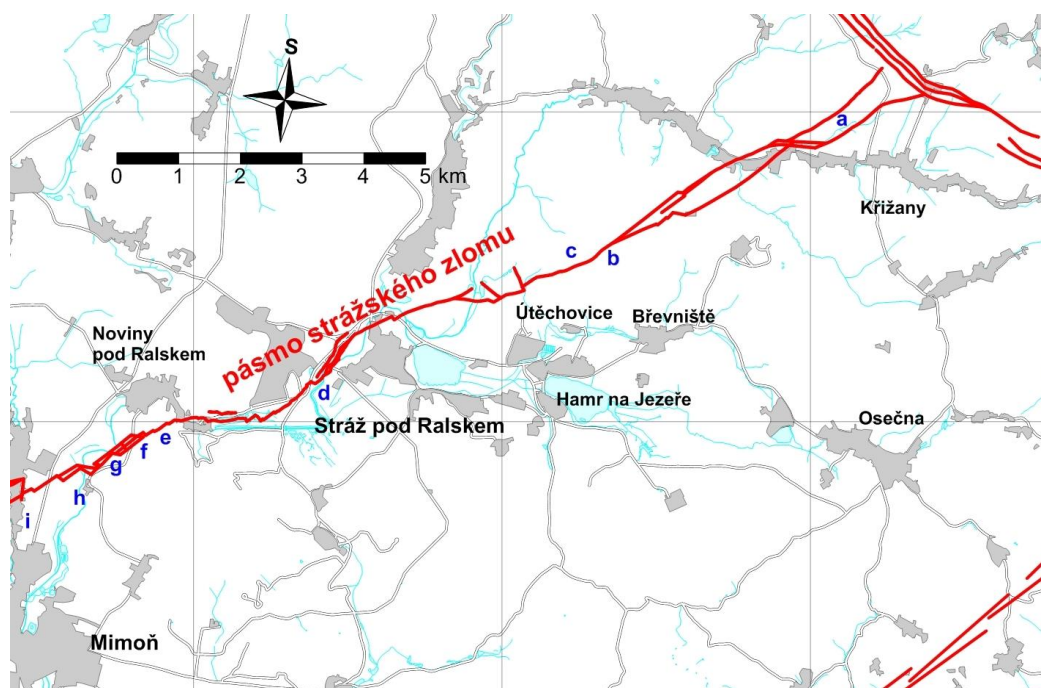
Zjištěno bylo, že na úseku od lužické poruchy do Útěchovic převládá postavení cenomanské zvodně strážského bloku přes zlomovou plochu proti turonské zvodni tlusteckého bloku, což umožňuje vzájemnou komunikaci. Ke kontaktu zvodní strážského a tlusteckého bloku dochází většinou přes tzv. mezikry zlomového pásma. Nepropustné výjimky představují kratší úseky:

- a) severně od obce Křižany je v délce asi 500 m cenomanské souvrství postaveno celou svojí mocností proti nepropustným prachovcům bělohorského souvrství
- b) severně od obce Břevniště je v délce asi 400 m cenomanské souvrství postaveno proti nepropustným horninám coniacu
- c) zvláštní podmínky představuje asi 400 m dlouhý úsek u Útěchovického Špičáku, kde se nachází nepropustné žilné těleso kompaktního bazaltoidu

Dále v úseku od Útěchovic až do Novin pod Ralskem je cenomanská zvoděň postavena přes zlomovou plochu proti nepropustným horninám coniacu. Komunikace zvodní na obou stranách zlomového pole nelze vyloučit jenom v přibližně 800 m dlouhém úseku mezi Stráží pod Ralskem a areálem úpravny Pod Vinicí (d), kde jsou báze cenomanského a coniackého souvrství na přibližně stejné úrovni. Zvláštní podmínky představuje diatréma u Zámeckého vrchu ve Stráži pod Ralskem, která může být přes příčné zlomy propojena s diatrémou Na Vinici na druhé straně strážského zlomu. V pokračování zlomového pásma takto následují propustné a nepropustné úseky:

- e) 600 m dlouhý propustný úsek u Novin pod Ralskem, kde je cenomanská zvodně celou svojí mocností v kontaktu s turowskými kvádrovými pískovci
- f) 400 m dlouhý nepropustný úsek, kde je mezi oběma zvodněmi 20 až 40 m široká tzv. stínící kra
- g) 200 m dlouhý nepropustný úsek, kde jsou báze cenomanského a coniackého souvrství na přibližně stejné úrovni, přesto komunikaci mezi zvodněmi nelze úplně vyloučit
- h) 1700 m dlouhý propustný úsek, kde dochází ke kontaktu mezi zvodněmi při stropu turowského kolektoru
- i) 1400 m dlouhý nepropustný úsek, místy určený s menší jistotou kvůli komplikované tektonické stavbě

Dále pokračuje zlomové pásmo od Strážného Vrchu severně od Mimoně až k nivě Ploučnice u obce Veselí, kde končí na hradčanském zlomu. V tomto posledním úseku je možnost komunikace podzemní vody cenomanské zvodně přes strážský zlom malá s výjimkou krátkého úseku severozápadně od Mimoně.



Obrázek 7: Schéma pásma strážského zlomu; písmena a až i označují lokalizaci jednotlivých bodů z textu kapitoly 5.3 (mapové podklady s. p. DIAMO o. z. TÚU)

5.4 Hydrogeologický význam zlomu a těles neovulkanitů

Průběžné zlomy v některých případech zrychlují a usměrňují proudění podzemní vody ve zvodněném prostředí a působí jako drenáž.

Žíly neovulkanitů tvoří v křídových sedimentech hydraulické bariéry. Jejich propustnost může v horizontálním i vertikálním směru výrazně kolísat, v důsledku změn druhu a mocnosti výplně. V některých propustných úsecích vulkanický materiál zcela chybí a v jiných polohách zase propustnost dodatečně zmenšuje zjívovatělá výplň.

Pazdírek (1991) na základě průzkumu hornických prací v dole Hamr I a Křižany I zjistil, že je exokontakt žil v pískovcovém prostředí do vzdálenosti 2 až 3 metrů porušen doprovodnými paralelními puklinami. Pukliny lokálně zvyšují propustnost prostředí a usměrňují proudění podzemní vody podél kontaktu pískovce s neovulkanitem, obdobně jakou u poruch bez výplně. V důlních dílech byly zaznamenány i příklady kanálové propustnosti, kdy podél významnějších žil vznikly kavernózně zející pukliny s velkou průtočností.

Datel (2008) dělí vulkanické žíly na:

- žíly příčně nepropustné (obvykle mocnější než 2 m)
- žíly příčně polopropustné (obvykle s mocností menší než 2 m, s kolísáním mocnosti anebo s malou délkou průběžnosti)
- žíly se zvýšenou propustností podél kontaktu
- žíly s kanálovou propustností podél kontaktu

Právě žíla Anežka s vysokou propustností podél kontaktu způsobila v roce 1973 nečekané zatopení dolu Hamr I. Dobývací blok za žilou před nafaráním nebyl dostatečně odvodněn, proto dosáhly přítoky z puklin do důlního díla až 12 m³/min a bylo vyneseno asi 10 000 m³ písku.

Diatrémy s puklinami v okolí můžou vzhledem ke svému tvaru a poloze propojovat cenomanský a turonský kolektor. V oblasti vulkanické intruze u Osečné je cenomanská zvodeň lopolitovým tělesem a strmými žilami rozdělena na více hydraulicky izolovaných bloků.

5.5 Postup odvodňování dolu Hamr I

Jak již bylo zmíněno, cenomanská zvrstvení strážského bloku byla výrazně ovlivněna hlubinnou i chemickou těžbou. Čerpáním a vtlačáním důlních vod se vyvíjel umělé řízený hydraulický systém. Významné momenty vývoje jsou shrnuty v převzaté (Datel et al, 2009) a částečně doplněné tabulce 2.

Tabulka 2: Významné momenty vývoje hydraulického systému v oblasti těžby ve strážském bloku (převzato z Datla et al, 2009 a doplněno)

ROK, MĚSÍC	VÝZNAMNÉ MOMENTY
1965, duben	začátek hloubení jámy 9P Lužice, nezvládnutí přítoků, v dubnu 1966 byla ukončena ražba a jáma byla zatopena (DH II), začátek hloubení jámy č. 1, dokončena v roce 1968, zpřístupňuje severní část ložiska Hamr pod Ralskem (DH I)
1967	začátek odvodňování cenomanského kolektoru, 6 clonových vrtů u jámy č. 1 a 5 clonových vrtů při jižní hranici experimentálního Bloku Sever (DH I)
1968	začátek hloubení jámy č. 2, dokončena v roce 1970, zpřístupňuje severní část ložiska Hamr pod Ralskem (DH I)
1969	do provozu byla uvedena podzemní čerpací stanice jámy č. 1
1969	začátek vyluhovacích pokusů s kyselinou sírovou na vyluhovacím poli VP 6 na ložisku Hamr pod Ralskem, docházelo k úniku loužících roztoků do depresního kužele jam č. 1 a 2 DH I
1971	začátek hloubení jámy č. 3 v západní části ložiska Hamr pod Ralskem, dokončena v roce 1975, hlavní těžební jáma DH I
1972	začátek dobývání experimentálního Bloku Sever (DH I)
1973, leden	nafárání tektonické poruchy Anežka drénující cenomanský kolektor, přítok až 150 l.s ⁻¹ , zatopení DH I
1973, srpen	začátek hloubení jámy č. 4, dokončena v roce 1975 (DK I)
1973, září	začátek hloubení jámy č. 5, dokončena v roce 1976 (DK I)
1973, listopad	po tamponáži tektonické poruchy Anežka na styku s chodbou bylo obnoveno čerpání z jámy č. 1 (DH I)
1975, 1976	začátek výstavby dvojité hydraulické bariéry mezi vyluhovacím polem VP 6 a DH I (minibariéra a kontrabariéra), dokončena byla v roce 1977, po roce 1980 byly vrty kontrabariéry a minibariéry občas využívány k čerpání
1976	do provozu byla uvedena čerpací stanice jámy č. 3
1977	začátek výstavby HB Stráž, optimální funkci začala plnit až v roce 1985 (odděluje od sebe DCHT a DH I)
1980	začátek hloubení jam č. 6, 7, dokončeny v roce 1987, 1988 (DH II)
1981	z důvodu neustále se zhoršující hydrochemické situace mezi VP 6 a DH I byla postupně vybudována čerpací centra ČC-1, ČC-2, ČC-3 a ČC-4
1982	začátek ražby překopů na úrovni 5. patra, ukončeno v roce 1987, čerpání kyselých technologických roztoků uniklých z chemické těžby dovrchními vrty
1983	začátek hloubení jámy č. 13, dokončena v roce 1985, vybudování čerpací stanice důlních vod, doprava strojů a materiálu (DH I); zahájena výstavba úpravní důlních vod před jejich vypuštěním do vodoteče - centrální dekontaminační stanice (CDS), dokončena v roce 1987 (pro důlní vody z DH I, DH II, DK I), začátek

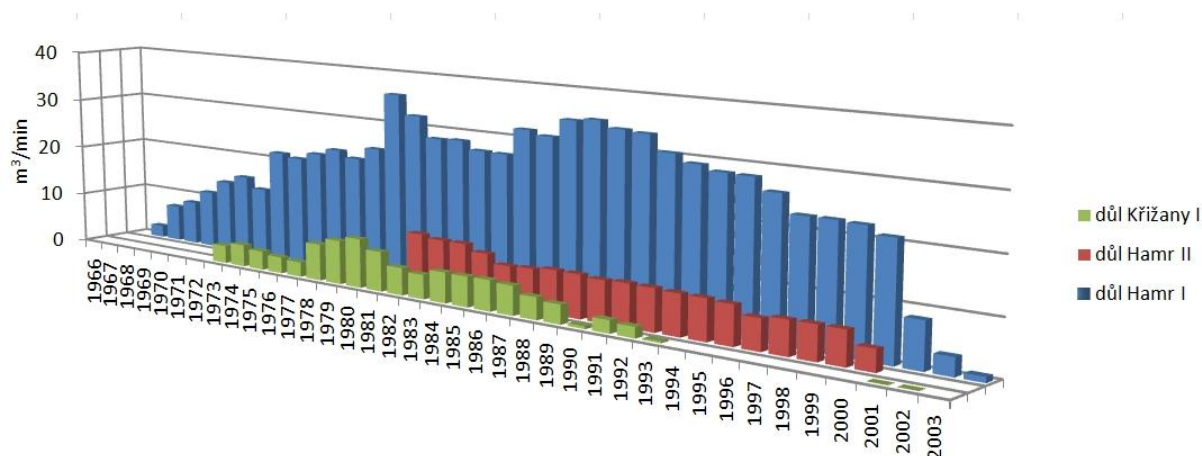
ROK, MĚSÍC	VÝZNAMNÉ MOMENTY
	dobývky v blocích na DK I
1984, květen	průval na dobývací komoře, vznik komunikace mezi cenomanskou a turonskou zvodní, propad povrchu 150 m od Hamerského rybníku, jako opatření bylo provedeno vypuštění Hamerského rybníka, znovu napuštěno až v roce 1994 (DH I)
1986	rozšiřování drenážního systému v podloží umožnilo postupné odstavení většiny čerpacích center (ČC)
1987	začátek výstavby HB Svěbořice, dokončena v roce 1988
1987	bylo rozhodnuto nepokračovat ve výstavbě DH II a nařízena likvidace DH II, 1989 zatopení jam č. 6 a 7, i po zatopení jam č. 6 a 7 pokračovalo čerpání z clonových vrtů a jámy č. 6 – čerpání regulující přítoky do jižních partií DH I
1990, květen	ukončeno dobývání na DK I
1990, prosinec	ukončeno čerpání důlních vod a zahájeno zatápění DK I, do roku 1994 se zde čerpálo pro pomocné odvodnění DH I
2000, červenec až září	postupně došlo k likvidaci asi poloviny (asi 100) drenážních vrtů na překopech 5. patra DH I a ke snížení čerpání
2001, duben	vypnutí čerpací stanice na 5. patře jámy č. 13 (23. 4. 2001) a čerpací stanice na 4. patře jámy č. 3 (25. 4. 2001), po přechodnou dobu je v provozu náhradní čerpání (asi 4,6 m ³ /min) pomocí vrtů z povrchu u jam č. 3 a č. 13 (DH I)
2001, listopad	ukončeno čerpání z clonových vrtů u jámy č. 6 a ze samotné jámy č. 6 (DH II)
2001, srpen	8. 8. 2001 zahájeno vtlačení alkalizací upravené odkalištní vody do vybraných technických vrtů v severozápadní části dolového pole DH I
2003, květen	19. 5. 2003 vypnuto náhradní čerpání pomocí vrtů z povrchu, ukončeno veškeré čerpání důlních vod z DH I, celkem bylo od roku 1966 do roku 2003 z DH I vyčerpáno 435,55 mil. m ³
2003, říjen	31. 10. 2003 ukončeno vtlačení alkalizací upravené odkalištní vody do severozápadní části dolového pole DH I, celkem vtlačeno 4 720 828 m ³ upravené odkalištní vody
2009, říjen	zahájení zkušebního provozu sanační technologie Zpracování matečných louhů (ZML), výstupem ze ZML jsou zbytkové technologické roztoky, které se vtlačí do vrtu V-5 (v roce 2009 bylo vtlačeno 180 583 m ³ a v roce 2010 bylo vtlačeno 1 057 706 m ³)

V prvních letech po zahájení odvodňování se čerpalo z širokoprofilových clonových vrtů u těžebních jam. S dalším postupem prací se vybudovaly čerpací stanice, které sbíraly důlní vody z odvodňovacích vrtů na drenážních horizontech v podloží dobývacích bloků. V poslední fázi odvodnění před těžbou se jednotlivé bloky osušily pomocí drenážních vrtů z konturačních chodeb v rudném horizontu.

Největší část důlních vod byla od začátku čerpána čerpací stanicí u jámy č. 1. Po roce 1979 se postupně začala převážná část čerpat stanicí u jámy č. 3 (4. patro). Po roce 1985 byla potom největší část odčerpána stanicí u jámy č. 13, kam se stékaly kyselé důlní vody z drenážního 5. patra, které zachycovalo uniklé roztoky z dolu chemické těžby. Na povrchu byly důlní vody vyčištěny na „Centrální dekontaminační stanici“ (CDS) a

vypouštěny přes obtokový kanál do Ploučnice, anebo vtlačeny do hydraulické bariéry Stráž. Stav odvodnění dolu Hamr I se udržoval také pomocí čerpání z oblastí dolů Hamr II (jižně od DH I) a Křižany I (severovýchodně od DH I).

Vývoj intenzity čerpání z dolů je znázorněn na obrázku 8 (přesnější data v příloze 2). Celkem bylo z cenomanského kolektoru vyčerpáno 435,55 milionů m³ vody (tabulka 2). Největší snížení bylo zaznamenáno ve vrtu HSCC-19 u jámy č. 13. Výtlačná úroveň byla v únoru roku 2001 snížena na 131,5 m, což znamená více než 170 m oproti přírodnímu stavu zvodně. V celé severní části strážského bloku až k lužickému zlomu vznikla deprese s volnou hladinou o ploše asi 25 km² (Slezák, 2001). Depresní kotlina se kolem roku 1991 ve své centrální části ustálila. V okrajových partiích jižně a jihovýchodně od dolu Hamr I a v pásmu mezi obcemi Křižany, Osečná a lužickou poruchou pokles úrovně hladiny cenomanské zvodně pokračoval až do začátku zatápění. V pásmu kolem lužické poruchy dodnes dochází k poklesům. Směrem na jihozápad sahal vliv odvodnění až do Doks u Máchova jezera.



Obrázek 8: Průměrné čerpání důlních vod z hlubinných dolů ve strážském bloku v m³/min (vypracováno podle dat z Mužík et al, 2003)

5.6 Sanace a postup zatápění dolu Hamr I

Během roku 2000 se postupně začalo snižovat čerpané množství z čerpací stanice u jámy č. 13.

V roce 2001 bylo dokončeno zakládání důlních děl a zahájeno řízené zatápění dolu Hamr I. Čerpací stanice u jámy č. 13 byla vypnuta 23. 4. 2001 a stanice u jámy č. 3 o dva dny později. Z první se před zahájením zatápění čerpalo 10 m³/min a z druhé 6 m³/min (Ekert, 2007). Kvůli potřebě vody pro vtláčení do hydraulické bariery Stráž se v přechodném období čerpalo z povrchu pomocí vrtu u jam č. 3, č. 6 a č. 13 (Ekert, 2010). Množství vody potřebné pro hydraulickou bariéru se v důsledku zatápění a snižování hydraulického gradientu mezi dolovými a vyluhovacími poli zmenšovalo. Náhradní čerpání bylo proto u jámy č. 3 ukončeno už v prosinci 2001 a u jámy č. 13 v květnu 2003.

V rámci sanace se v severozápadní části dolového pole vtláčela alkalizací upravená voda z odkaliště. To umožnilo postup likvidačních prací na odkališti a zároveň zrychlilo zatápění dolu a neutralizaci prostředí znečištěného kyselými důlními vodami. Podrobnější data jsou v tabulce 2.

5.7 Hydrochemické charakteristiky

Chemismus neovlivněných podzemních vod turonského a cenomanského kolektoru je podobný. Jde převážně o Ca-HCO₃ typ s celkovou mineralizací od 100 mg/l do 400 mg/l u turonské vody a 150 mg/l až 600 mg/l u cenomanské (Slezák, 2001).

Kvalita turonských vod je většinou vhodná pro vodárenské využití a zvodeň představuje důležitý zdroj pitné vody pro okolí. Chemické složení neovlivněných vod je uvedené v tabulce 3. V ploše areálu chemické těžby na ložiscích Stráž a Hamr pod Ralskem je voda znečištěna především sírany, amonnými ionty, radionuklidy a některými toxickými kovy. K znečištění došlo kvůli únikům kyselých roztoků z vtláčecích vrtů a povrchových rozvodů potrubí. V těžce znečištěném okolí netěsných vrtů dosahovaly hodnoty koncentrace SO₄²⁻ desítek g/l. Po nasazení sanačních technologií se do roku 2008 nejvyšší koncentrace snížily na 500 mg/l až 3000 mg/l (Ekert et al, 2009). V ploše

bývalého vojenského prostoru Ralsko došlo ke znečištění chlorovanými uhlovodíky, ropnými látkami a polychlorovanými bifenoly.

Tabulka 3: Chemické složení neovlivněných podzemních vod strážského bloku s průměrnými koncentracemi (Slezák, 2001)

PARAMETR	KONCENTRACE V TURONSKÉ ZVODNI (mg/l)	KONCENTRACE V CENOM. ZVODNI (mg/l)
pH	6,7	6,7
Na ⁺	3,7	3,7
K ⁺	1,4	1,1
Ca ²⁺	21	32
Mg ²⁺	2,1	5,4
Fe _{celk.}	1,1	1,1
Mn ²⁺	0,14	0,07
NH ₄ ⁺	0,12	<0,05
Al ³⁺	0,45	<0,4
Cl ⁻	7,0	6,8
SO ₄ ²⁻	34	33
HCO ₃ ⁻	37	86
NO ₃ ⁻	5,2	<1
HPO ₄ ²⁻	0,11	0,06
F ⁻	1	<1
U	0,01	0,02
Ra	74 Bq/m ³	8739 Bq/m ³
Zn ²⁺	0,05	0,5
Ni ²⁺	0,06	0,06
rozpuštěné látky	99	140

Podzemní voda cenomanského kolektoru kvůli přirozeně zvýšeným koncentracím uranu a radia nikdy nebyla vhodná jako zdroj pitné vody (tabulka 3). Chemismus cenomanské vody v oblasti vyluhovacích polí byl změněn tak, aby umožňoval podzemní loužení. Taková voda se proto nazývá technologický roztok (její složení je uvedené v tabulce 4). Technologický roztok se především vlivem odvodnění hlubinných dolů šířil i za hranice vyluhovacích polí. Takzvaným rozptylem se znečišťovalo hydrogeologické prostředí v okolí ložisek. Aby se zabránilo rozptylu skrz poloizolátor přímo do turonského kolektoru, udržuje se hladina cenomanské zvodně pod úrovní turonské zvodně.

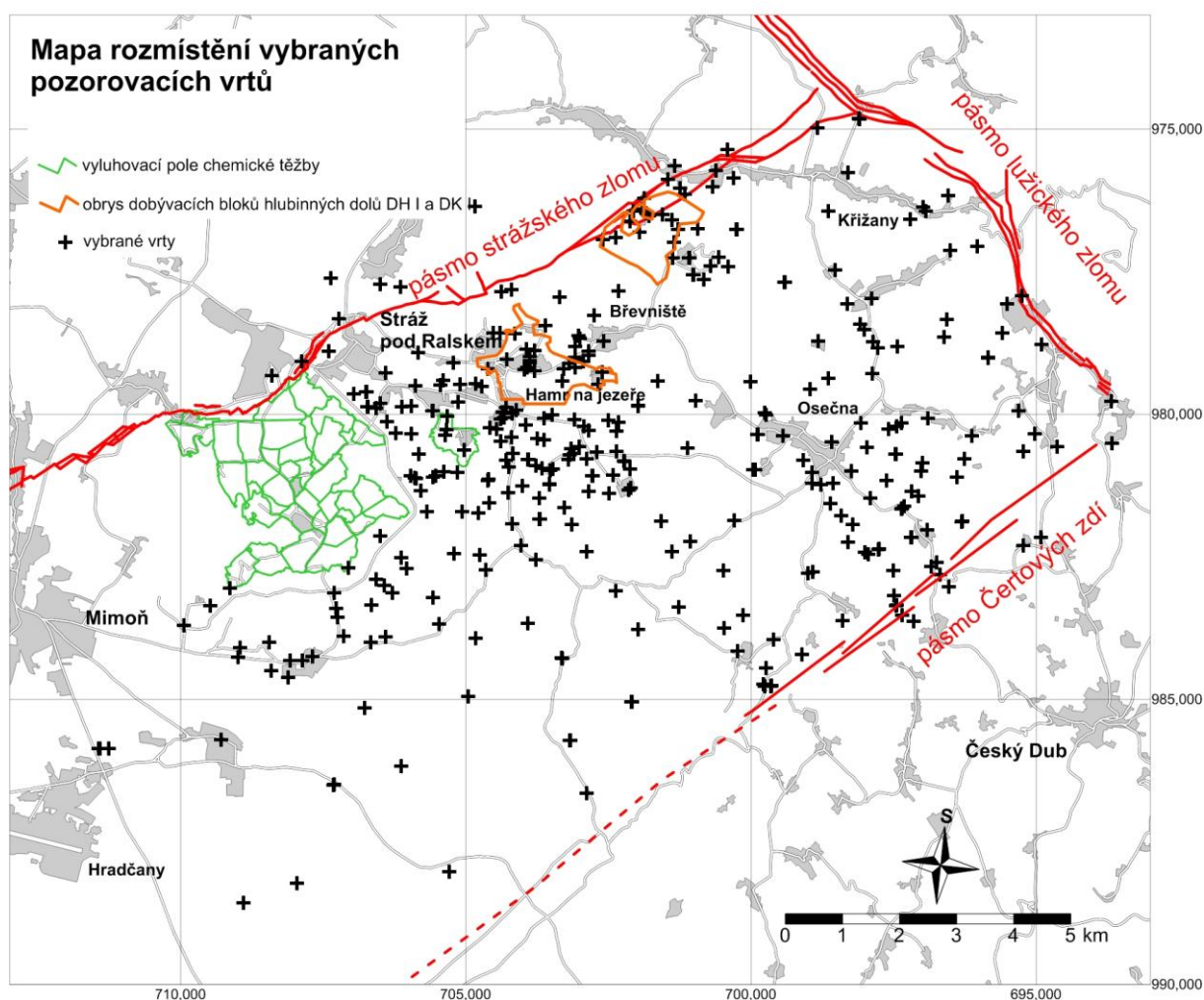
Tabulka 4: Rozsah koncentrací složek v technologickém roztoku (Slezák, 2001)

PARAMETR	KONCENTRACE (mg/l)	PARAMETR	KONCENTRACE (mg/l)
rozpuštěné látky	50-70 g/l	Mg ²⁺	30-50
volná H ₂ SO ₄	0,5-20 g/l	Ca ²⁺	200-500
SO ₄ ²⁻	30-50 g/l	Na ⁺	15-20
NH ₄ ⁺	800-1500	K ⁺	5-20
NO ₃ ⁻	700-1400	Al ³⁺	5-10 g/l
Cl ⁻	7,5	Fe _{celk.}	800-1500
F ⁻	100-300	Mn ²⁺	10-20
Pb	0,2-0,8	Zn ²⁺	30-70
PO ₄ ⁻	200-500	Cr	3-15
SiO ₂	50-200	Cu ²⁺	1-3
Be	0,5-1	Th	12-24
As	6-12	Ni ²⁺	20-30

6 Metodika vlastních prací

6.1 Výběr dat z pozorovacích objektů

Pro časovou a prostorovou analýzu stavu hladiny jsem z databáze s. p. Diamo vybral data z 357 pozorovacích vrtů. Z těch je úroveň hladiny v cenomanském kolektoru sledována na 143 vrtech a v turonském kolektoru na 214 vrtech.



Obrázek 9: Mapa rozmístění vybraných cenomanských a turonských vrtů (mapové podklady s. p. DIAMO o. z. TÚU)

Vybíral jsem na základě úplnosti časových řad záznamu měření, atypických průběhů hladin a prostorového rozmístění monitorovacích objektů. Pokoušel jsem se získat data

rovnoměrně ze všech částí zkoumané oblasti. Tam, kde bylo k dispozici málo vrtů, jsem použil veškerá dostupná data. V místech s větší hustotou pozorovacích objektů jsem kvůli jednoduššímu zpracování vybral jenom vrty s delším časovým záznamem úrovně hladiny (minimálně od začátku 80. let do současnosti). Zvlášť pro období zatápění jsem tam, kde bylo možné, vybral data z vrtů s kratším intervalem mezi jednotlivými měřeními. Vrty s výrazným kolísáním a náhlými skoky hladiny jsou zřejmě ovlivněny technickými zásahy, proto jsem je pro další zpracování nepoužil. Rozmístění vybraných vrtů na zájmovém území je zobrazeno na obrázku 9.

6.2 Zpracování dat

V přehledné tabulce v příloze 1 jsou sebrány údaje o použitých vrtech s časovým rozsahem měření a průměrným počtem měření hladiny za rok. Krok měření se během období sledování často měnil podle aktuálních potřeb a možnosti instrumentace. Po roce 1997 byly některé vrty osazené automatickými měřicími stanicemi. Z asi 50 vrtů jsem disponoval s denními údaji pro určitá období. Dále jsem asi z 80 vrtů zpracovával údaje s týdenním časovým intervalem a asi z 60 vrtů s 14 denním nebo měsíčním intervalem. V přibližně polovině ze všech vybraných vrtů (170) se měření provádělo méně než jednou za měsíc, respektive několikrát do roka.

Abych mohl údaje o hydraulické výšce z vrtů srovnat mezi sebou a dále je zpracovávat, roztrídil jsem veškerá data s různou hustotou měření do společné tabulky s řádky po dnech. Mapy stavu hladin jsou vykreslené na základě skutečně naměřených údajů, a sice v časovém intervalu do 14 dnů. Časový interval, ze kterého jsem použil údaje, jsem vybíral tak, aby zahrnoval data z co nejvíce vrtů. Zároveň jsou použita data z období relativní ustálenosti hladiny, která je obzvlášť v okolí hydraulických bariér ovlivněná pravidelnými odstávkami v dubnu a v říjnu. U vrtů, kde bylo ve vybraném časovém intervalu k dispozici více než jedno měření, jsem použil průměr všech měření uvnitř intervalu.

Pro korelaci časových řád jsem použil měsíční průměry naměřené hydraulické výšky, protože tato metoda vyžaduje pro důvěryhodné výsledky řady se stejným rozestupem a časově shodným intervalem měření.

6.3 Grafické znázornění dat

Pro vybrané časové okamžiky jsem pomocí počítačového programu Surfer 9, společnosti Golden Software Inc., vykreslil mapy izolinií hladiny podzemní vody (Golden Software Inc., 2002). Program umožňuje vykreslování map na základě pravidelné sítě dat, která se interpolací vypočítá z nerovnoměrně rozmístěných vstupních dat. Pro prostorovou interpolaci z příslušných změřených hodnot jsem použil metodu kriging v síti 150 x 150 m. Touto metodou se ve vypočítané síti projeví trendy, které jsou naznačené změřenými údaji. Proto se například vysoké body ve výstupu spojí mezi sebou v hřeben a neinterpretují se jako samostatné vyvýšeniny. Podle zkušenosti mnoha autorů jde o vhodnou statistickou metodu pro vykreslování hladiny podzemní vody (Sun Y et al, 2009; Artisan Groundwater Modeling Blog, 2010).

Podkladové datové vrstvy poskytl s. p. DIAMO, o. z. TÚÚ Stráž pod Ralskem. Jde o vrstvy s lokací struktur, vyluhovacích polí, vrtů hydraulických bariér, obcí, silnic a jiných podkladů zobrazených na mapových výstupech. Použit byl souřadnicový systém S_JTSK (Křovákovo zobrazení).

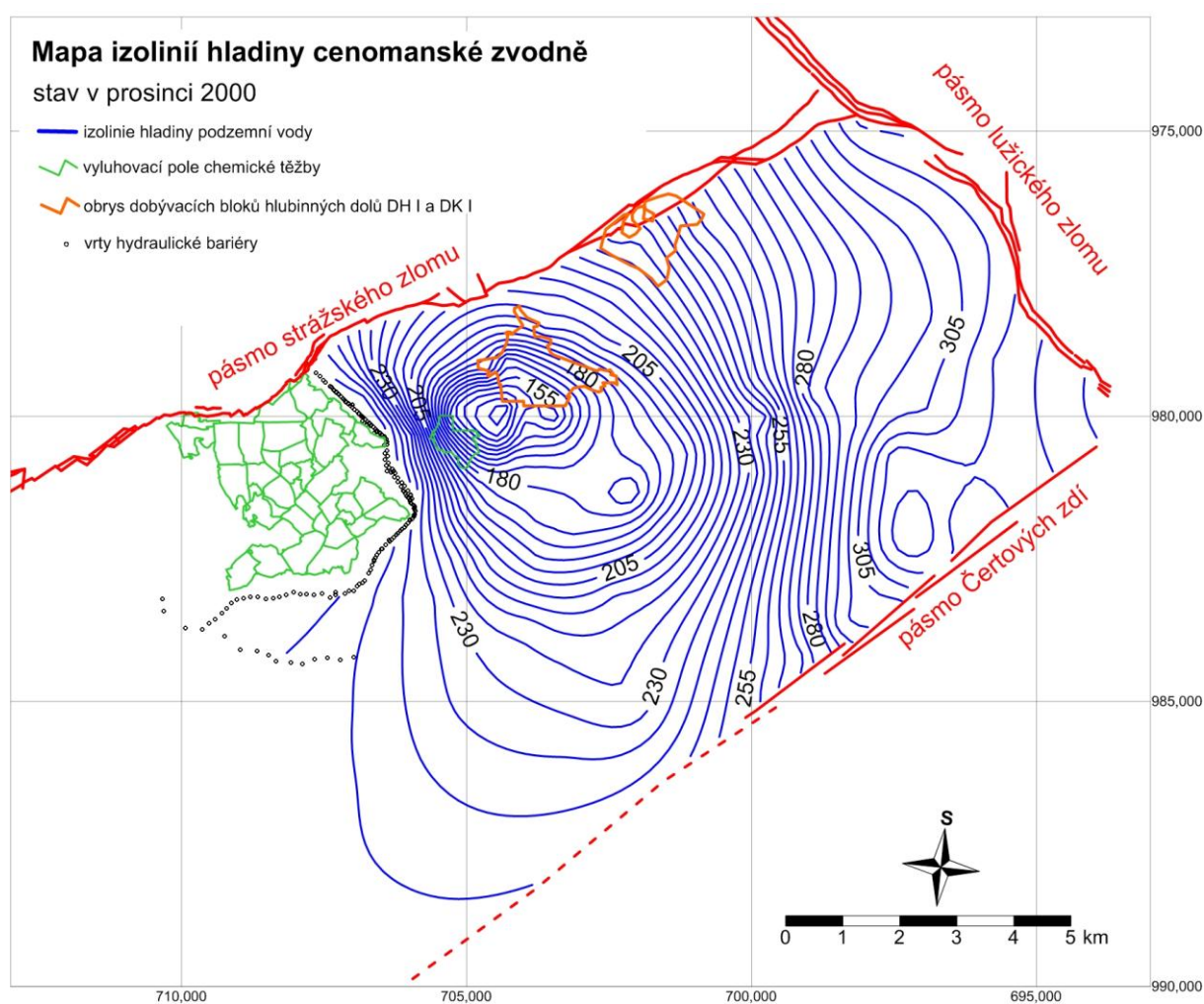
Mapy izolinií hladiny cenomanské zvodně jsem vykreslil pro vybrané časové okamžiky, které reprezentují průběh zatápění dolu Hamr I. Mapa z prosince roku 2000 znázorňuje stav těsně před zahájením zatápění. Změny stavů během zatápění jsou ověřené na mapách z let 2003 a 2005. Současný stav je zobrazen na mapě stavu z prosince roku 2010. Pro interpretaci anomálií jsem vykreslil mapy se strukturním podkladem a výřezy, kde jsou podrobněji zobrazené některé vybrané lokace s anomáliemi hladiny zvodně. Pro srovnání poměrů v obou kolektorech jsem vykreslil mapu izolinií hladiny také pro turonskou zvodně. V tomto případě se neočekávají výrazné změny v časovém průběhu zatápění, proto je zobrazena pouze mapa stavu v prosinci 2010. Vypracoval jsem mapu časových reakcí na zatápění v cenomanské zvodni, na které je zobrazené prostorové šíření reakce a případný vliv struktur na nástup hladin.

7 Výsledky a diskuze

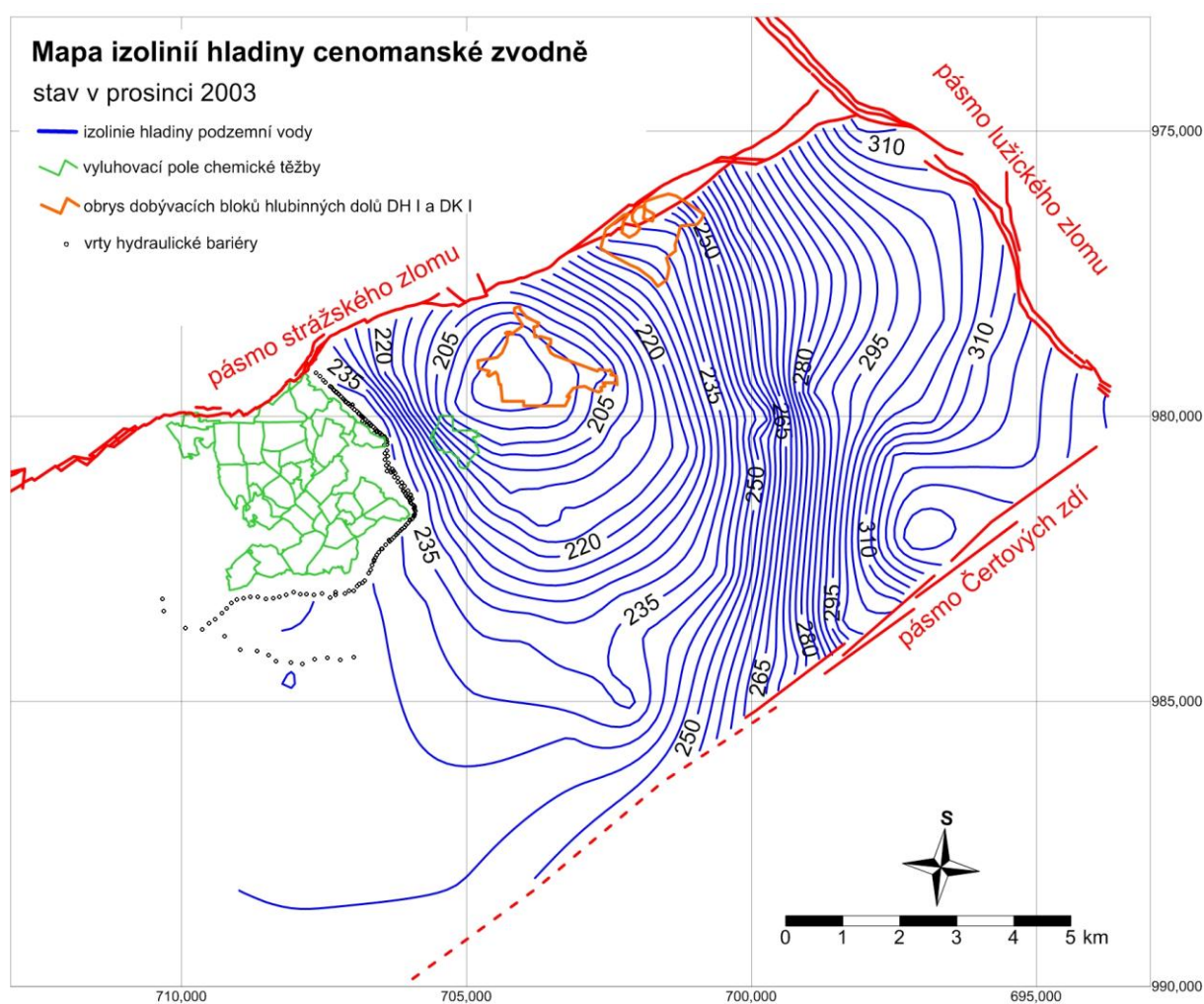
7.1 Časový vývoj výšky hladiny podzemní vody cenomanského kolektoru

Časový vývoj hydraulické výšky cenomanského kolektoru (obrázky 10 až 13) potvrzuje těsnící efekt strážského zlomu. Zlomové pásmo je v úseku od Útěchovického Špičáku do Stráže pod Ralskem nepropustné, proto z toho směru nevedou přítoky podzemní vody. Chybějící přítok podzemní vody do depresní kotliny ze směru od strážského zlomu se v časovém vývoji projevuje posouváním deprese směrem na sever. Před začátkem zatápění v roce 2000 bylo největší snížení hladiny v okolí drenážních překopů na 5. patře dolu Hamr I u jámy č. 13. Na konci roku 2010 byly nejnižší hladiny naměřené až u zlomového pásma.

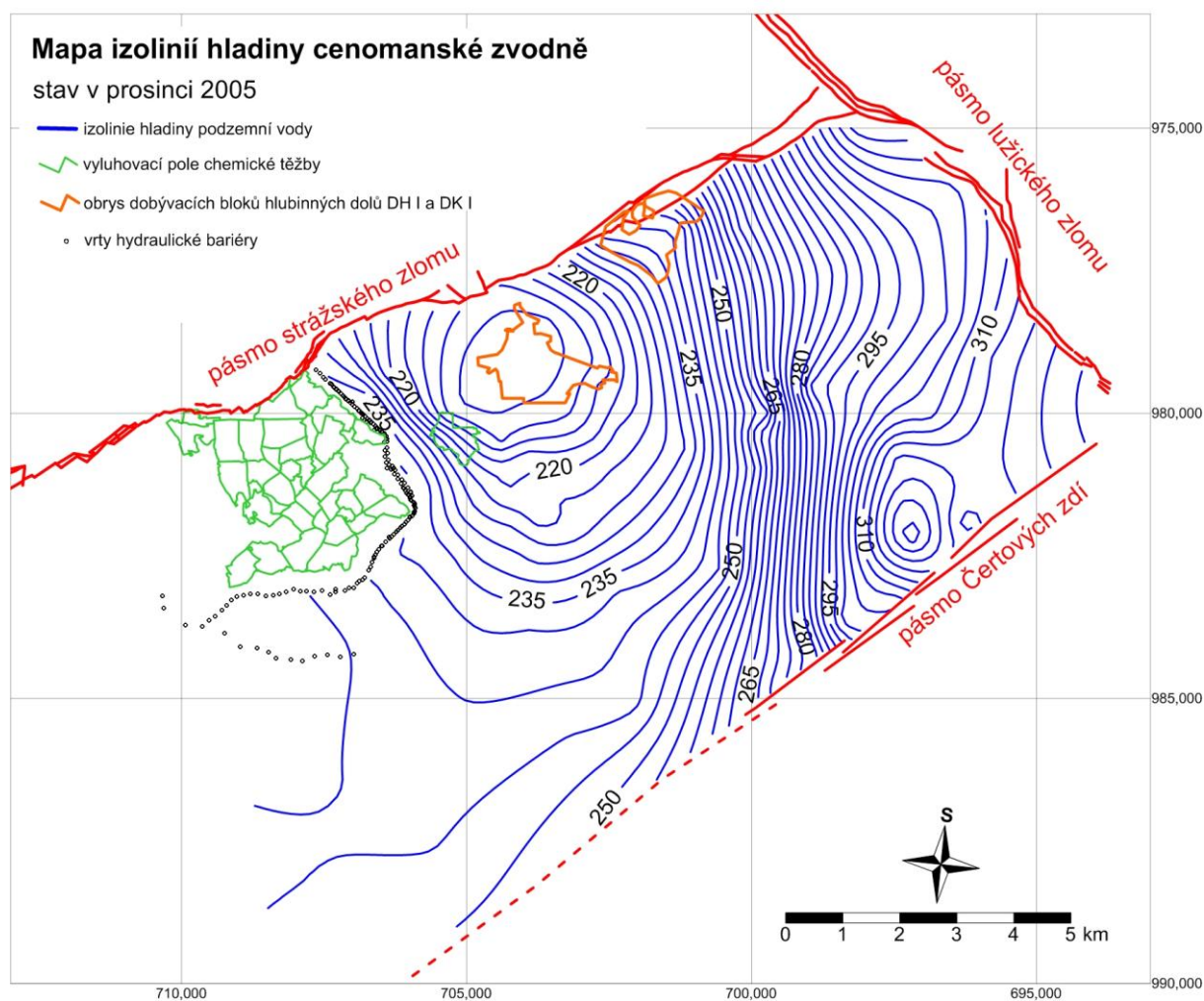
Depresní kužel má podlouhlý tvar ve směru severozápad – jihovýchod. Pravděpodobně to není projev větší propustnosti v tom směru (v oblasti převládají zlomy a žíly s kolmou orientací SV-JZ). Podlouhlý tvar je způsoben především čerpáním na dolech Hamr I a Hamr II (za stavu odvodňování), vtlačení do hydraulické bariéry Stráž a směrem přirozeného proudění podzemní vody od severovýchodu.



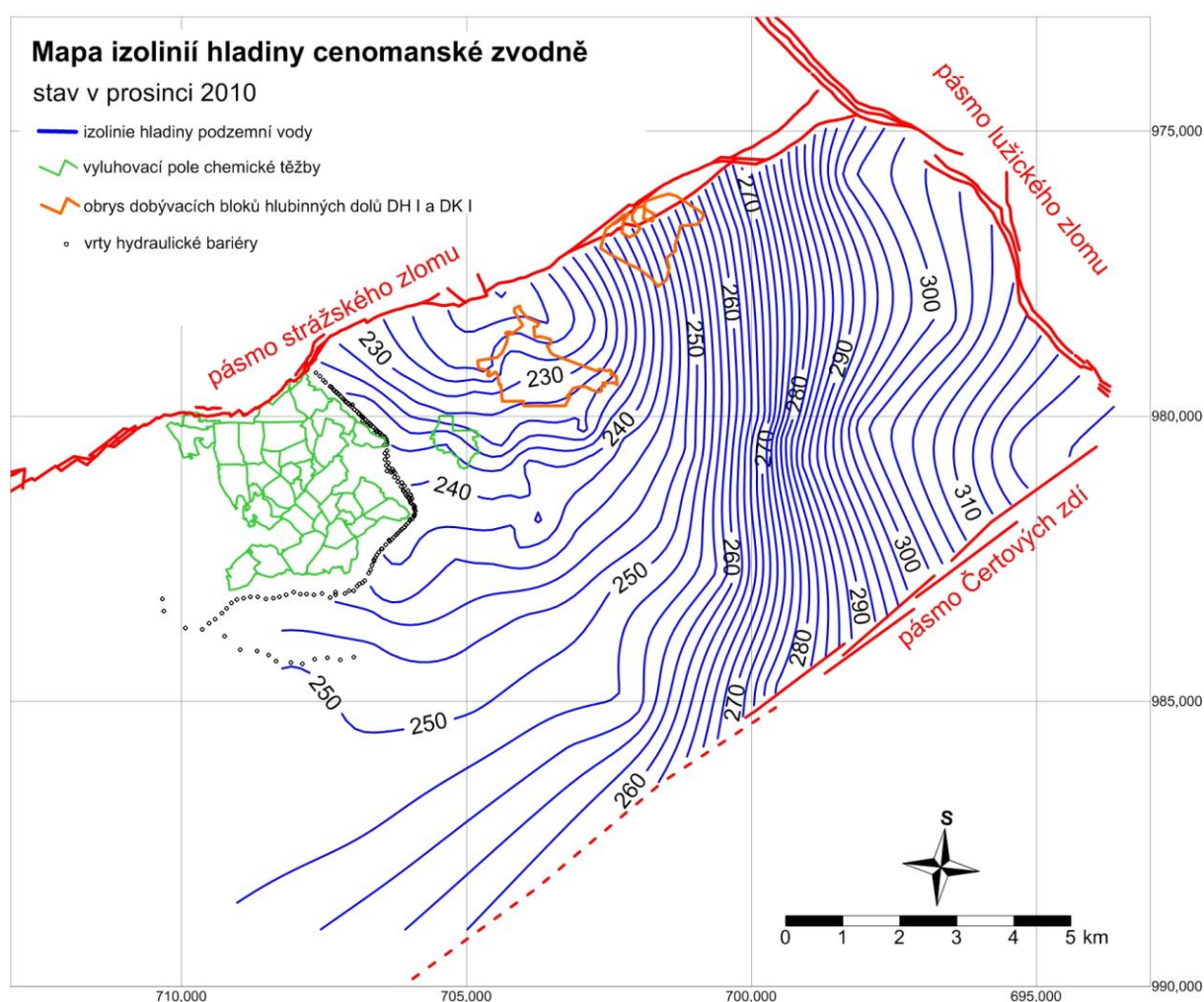
Obrázek 10: Mapa izoliníí hladiny cenomanské zvodně strážského bloku těsně před zahájením zatápění, kdy byl vliv odvodnění největší (kvůli přehlednosti je zde zobrazena mapa s ekvidistancí 5 m a bez tektonických struktur v podkladu)



Obrázek 11: Mapa izoliní hladiny cenomanské zvodně strážského bloku z konce roku 2003 po ukončení čerpání veškerých důlních vod a ukončení vtlačení alkalizované vody (kvůli přehlednosti je zde zobrazena mapa s ekvidistancí 3 m a bez tektonických struktur v podkladu)



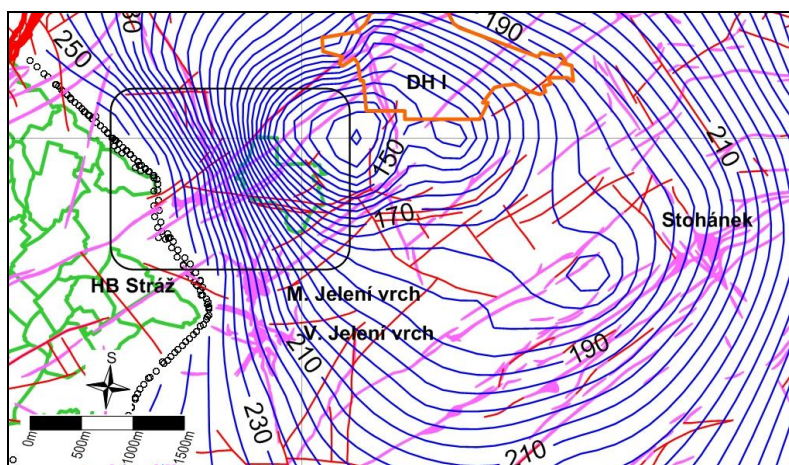
Obrázek 12: Mapa izolinií hladiny cenomanské zvodně strážského bloku v průběhu zatápění z konce roku 2005 (kvůli přehlednosti je zde zobrazena mapa s ekvidistancí 3 m a bez tektonických struktur v podkladu)



Obrázek 13: Mapa izolinií hladiny cenomanské zvodně strážského bloku v průběhu zatápění z konce roku 2010 (kvůli přehlednosti je zde zobrazena mapa s ekvidistancí 2 m a bez tektonických struktur v podkladu)

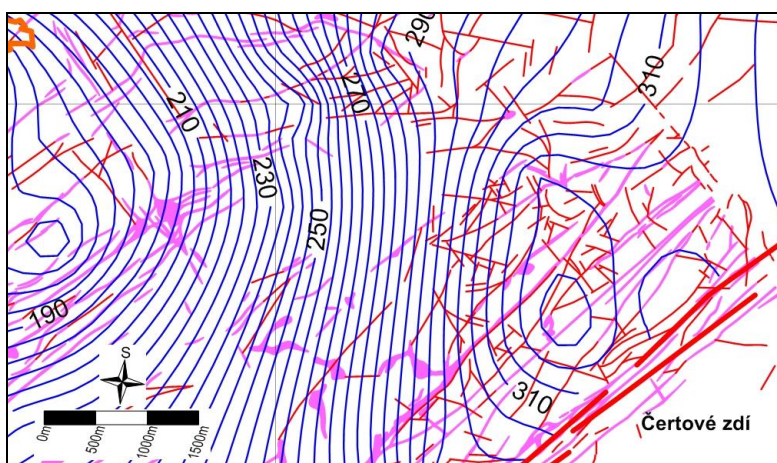
Mapy izolinií hladin podzemní vody a jejich časový vývoj můžeme srovnat se strukturní mapou (obrázek 6) a interpretovat tak tvar izolinií a některé anomálie hladiny podzemní vody na základě tektonických a vulkanických struktur:

- strmější gradient podzemní vody mezi hydraulickou bariérou Stráž a dobývacími bloky DH I (obrázek 14); pásma neovulkanitů u Jeleních vrchů snižuje propustnost prostředí, proto je na mapě v těchto místech zřetelný bariérový efekt; nejlépe je anomálie vidět na mapě stavu z roku 2000, kdy byl celkový výškový rozdíl hladin největší; obdobně se projevují také žilné struktury mezi Kavčím kopcem a Stohánkem.



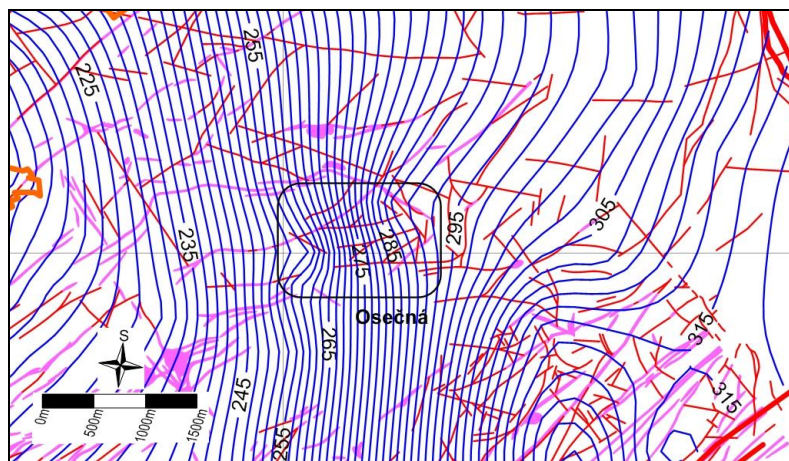
Obrázek 14: Detail stavu hladiny v cenomanském kolektoru mezi hydraulickou bariérou Stráž a dobývacími bloky DH I v roce 2000 s označenou anomálií

- b) zvýšená hladina v oblasti pásma Čertových zdí (obrázek 15); hustá síť zlomů a žil zřejmě tvoří lokálně méně propustné prostředí, proto odsud podzemní voda odtéká pomaleji a hladina zůstává na vyšší úrovni; v zázemí je blízko i infiltrační oblast cenomanského kolektoru; gradient hladiny se prudce zvětší až po přechodu na území s menším výskytem neovulkanitů a zlomů



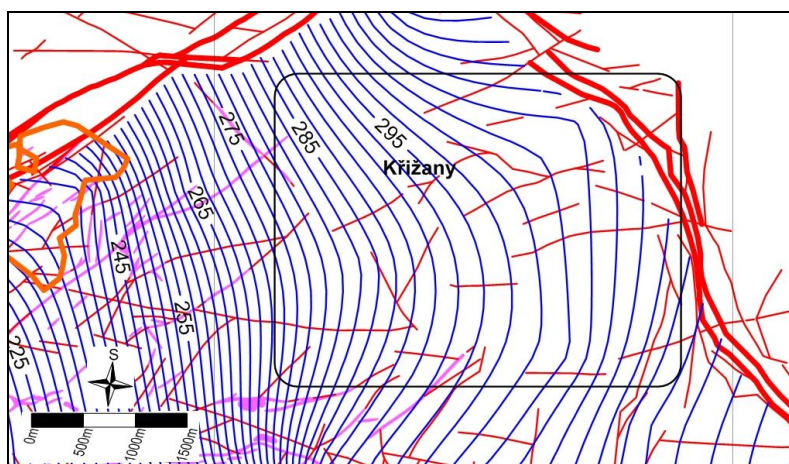
Obrázek 15: Detail stavu hladiny v cenomanském kolektoru v oblasti pásma Čertových zdí v roce 2000

- c) anomálie u komplexu zlomů a žil u Osečné (obrázek 16); pravděpodobně způsobeno nepropustnou bariérou, kterou tvoří jedna z žil nebo mylonitizovaná zóna jednoho ze zlomů



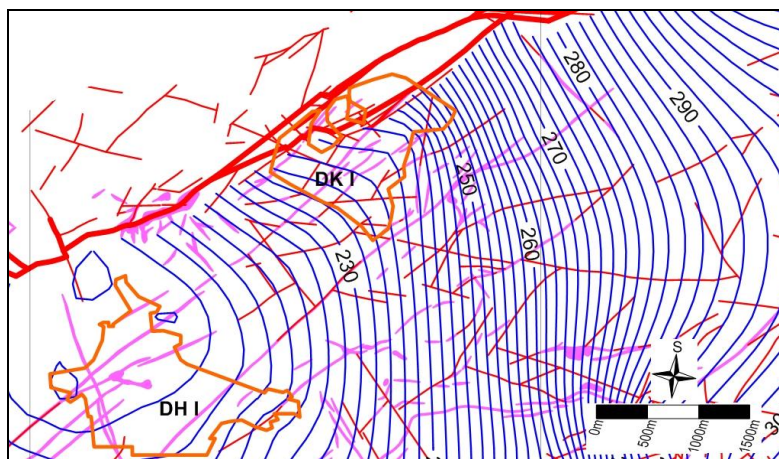
Obrázek 16: Detail stavu hladiny v cenomanském kolektoru v okolí Osečné v roce 2005 s označenou anomálií

- d) propustnější prostředí u obce Křižany (obrázek 17); síť zlomů s převládajícím usměrněním VSV – ZJZ tvoří propustnější prostředí ve srovnání s okolím, a sice o ploše asi 8 km², což se projevuje sníženou hydraulickou výškou zvodně vzhledem k vzdálenosti od centra deprese



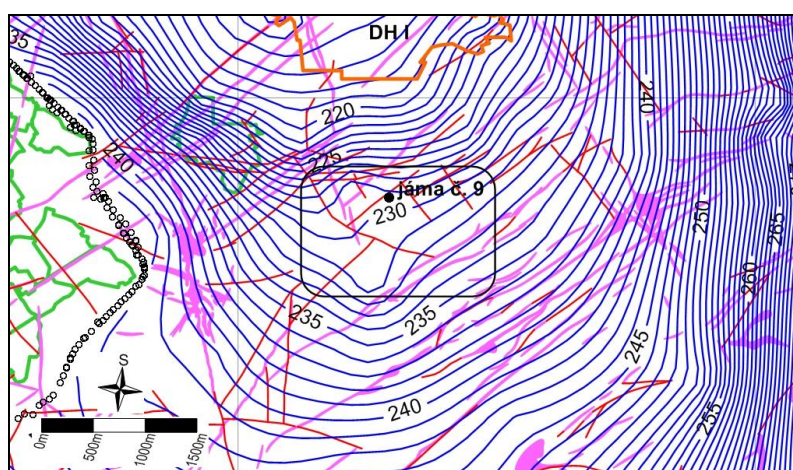
Obrázek 17: Detail stavu hladiny v cenomanském kolektoru v okolí Křižan v roce 2005 s označenou anomálií

- e) lokálně snížená hladina v oblasti dolu Křižany I (obrázek 18); pravděpodobně jde o přetrvávající drenážní účinek oproti okolnímu území v důsledku rozfárání a porušení masivu



Obrázek 18: Detail stavu hladiny v cenomanském kolektoru v oblasti dolu Křižany I v roce 2007

- f) anomálie menšího gradientu u jámy číslo 9P dolu Hamr II (obrázek 19); podle tvaru izolinií by mohlo jít o vliv propustnosti podél žil a zlomů nebo pozůstatků starých důlních děl; anomálie by mohla být způsobena napájením cenomanské zvodně skrz poloizolátor



Obrázek 19: Detail stavu hladiny v cenomanském kolektoru v oblasti dolu Hamr II v roce 2007 s označenou anomálií

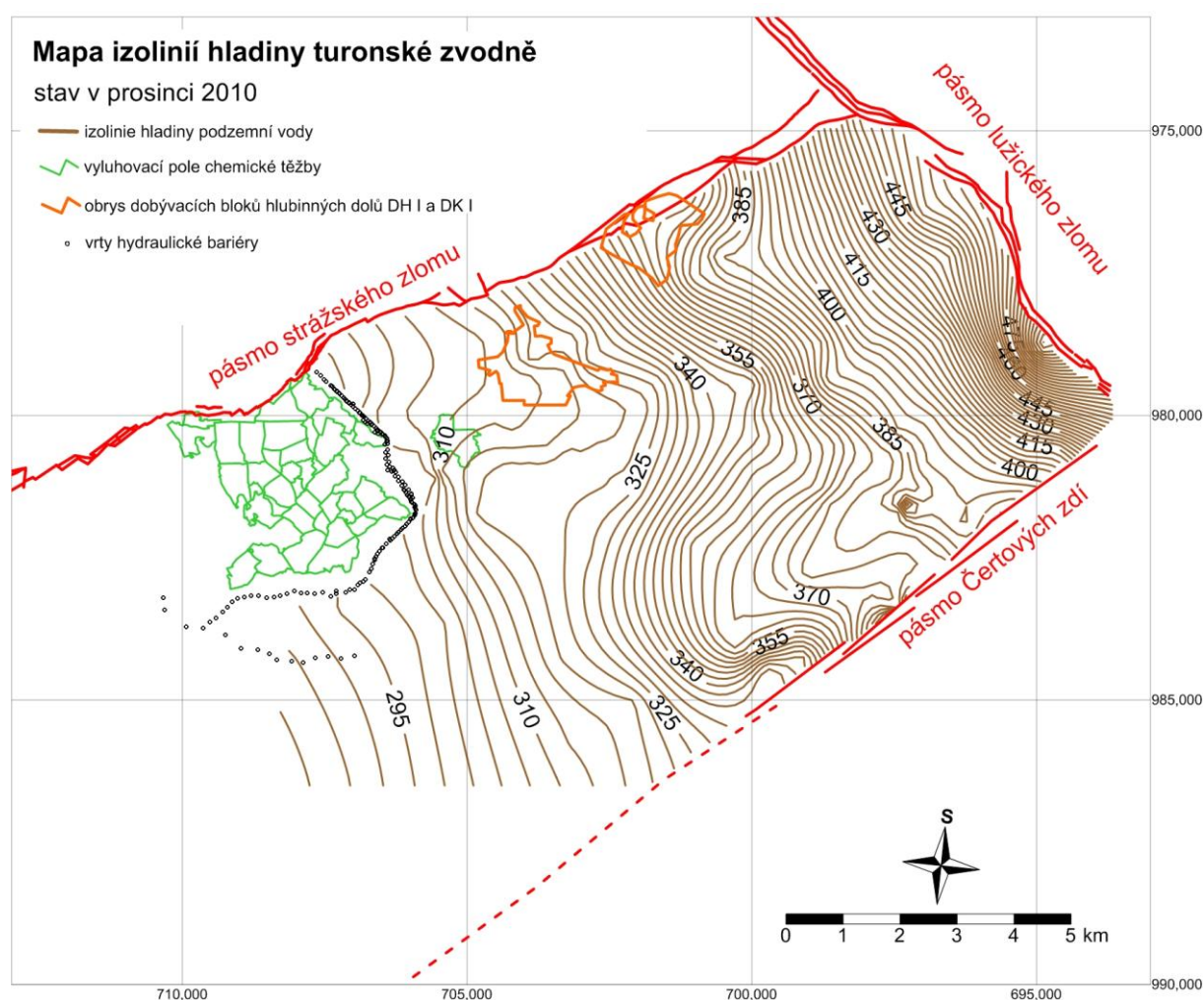
Komunikace mezi turonským a cenomanským kolektorem je ověřena srovnáním časového vývoje a korelací hladin v obou kolektorech v následující kapitole 7.2.

Bariérový efekt žil neovulkanitů se projevuje u struktur, které jsou orientované napříč momentálnímu proudění podzemní vody (žíly u Jeleních Vrchů, Kavčího kopce). Žíly mezi Břevništěm a dolem Křižany I se stejnou orientací v prostoru ale paralelně s prouděním podzemní vody nemají výraznější vliv na hladinové poměry. Můžeme předpokládat, že po konečném zatopení dolu Hamr I a návratu k přirozenému směru

proudění podzemní vody ve všech částech strážského bloku, žíly orientované ve směru SV-JZ už zásadně neovlivní hydraulickou situaci.

7.2 Vztah mezi hladinou podzemní vody cenomanského a turonského kolektoru

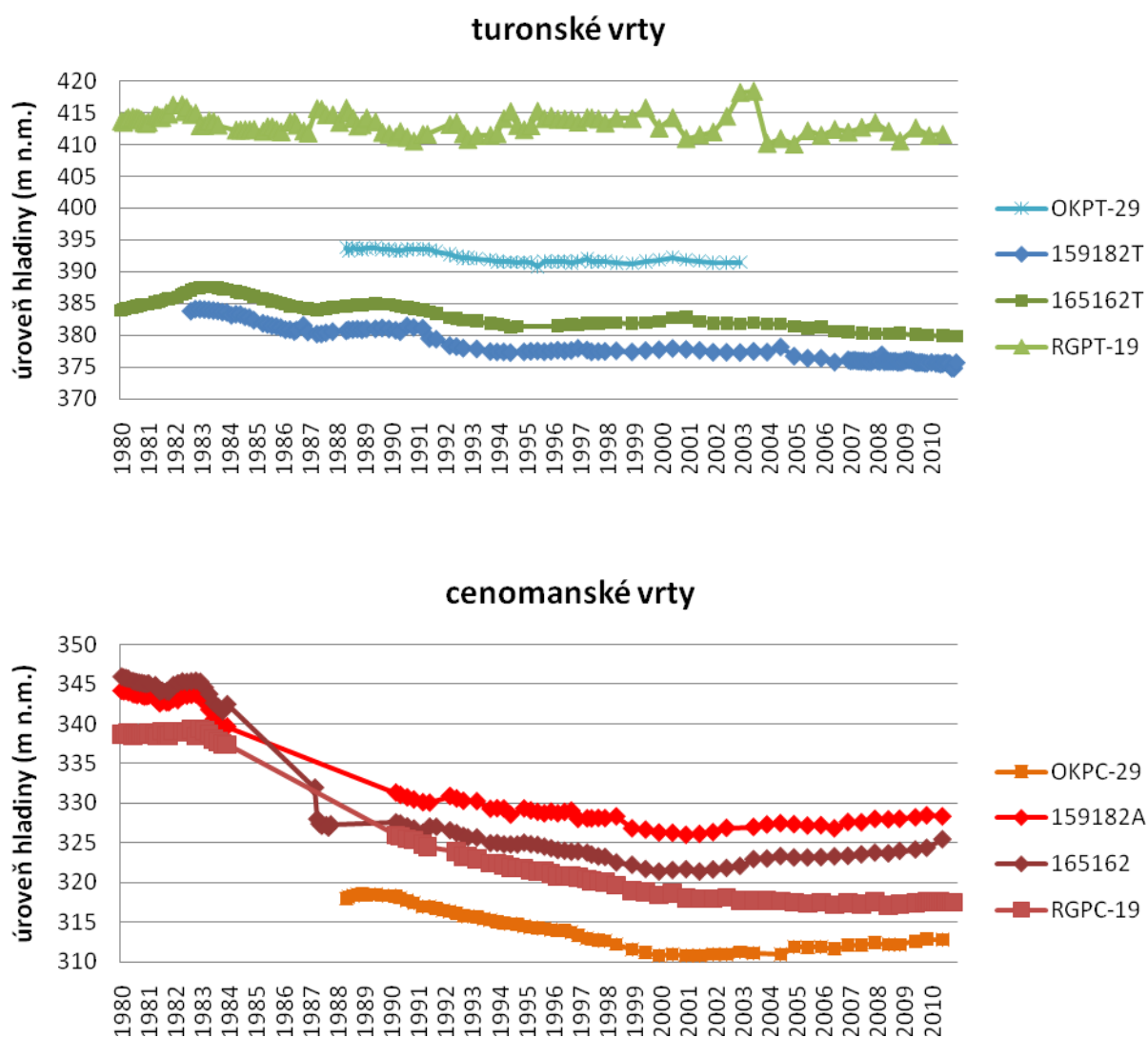
Jak již bylo popsáno v kapitole 5.1, poloizolátor umožňuje určitou míru komunikace mezi zvodněmi, kvůli přírodnímu i antropogennímu narušení struktury. Izolinie hladiny turonské zvodně (obrázek 20) se v čase nijak zásadně nemění.



Obrázek 20: Mapa izolinií hladiny turonské zvodně strážského bloku

Po srovnání s izoliniemi hladiny cenomanské zvodně (obrázky 10 až 13) jsou zřetelné některé anomálie v obou kolektorech (značení jako v předchozí kapitole):

- a) anomálie mezi hydraulickou bariérou Stráž a dobývacími bloky DH I, se projevuje obdobným způsobem jako v cenomanském kolektoru; žilná struktura protíná celé křídové souvrství, a proto pravděpodobně ovlivňuje proudění podzemní vody v obou kolektorech
- b) v oblasti pásma Čertových zdí se v turonské zvodni objevuje anomálie obdobného tvaru jako v cenomanské zvodni, prostorově se však nepřekrývají



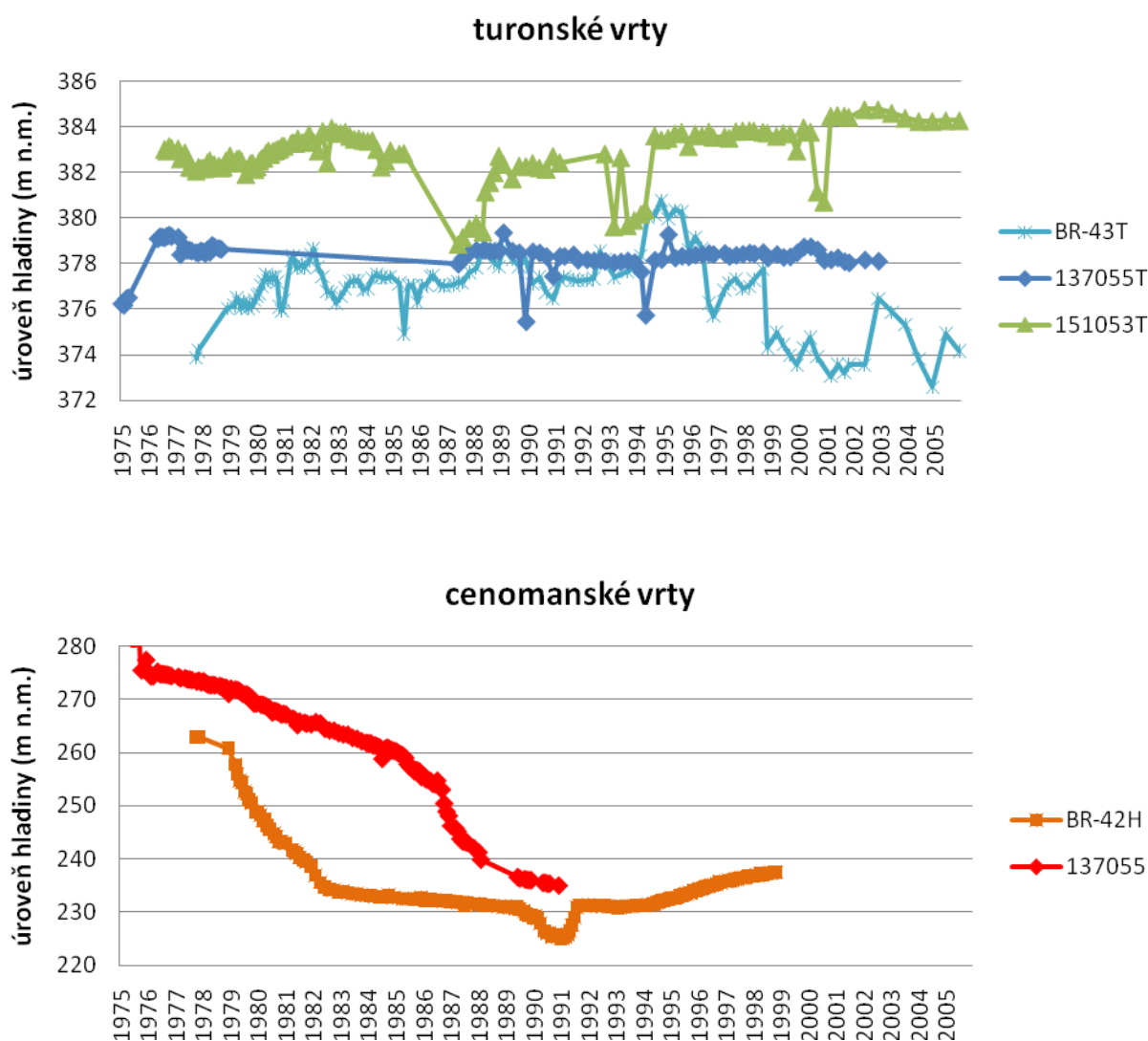
Obrázek 21: Časový vývoj úrovní hladiny podzemní vody ve vrtech v oblasti pásma Čertových zdí

Tabulka 5: Korelace hladin v turonských a cenomanských vrtech v oblasti pásma Čertových zdí

KORELACE MEZI VRTY		KOEFCIENT KORELACE	
		R	R ²
OKPC-29	OKPT-29	0,836	0,699
159182A	159182T	0,909	0,826
165162	165162T	0,843	0,711

Na obrázku 23 jsou srovnané grafy hladin v turonských a cenomanských vrtech v této oblasti. V cenomanských vrtech hladina v 80. letech výrazně poklesla a po roce 2000 začala stoupat, zatímco je v turonských vrtech hladina v celém období ustálená anebo mírně klesá. Podle časového vývoje hladiny v obou kolektorech a nízkých korelačních koeficientů (tabulka 5) lze zhodnotit, že mezi oběma zvodněmi neexistují významnější propojení a komunikace. Srovnávací korelace mezi dvěma závislými a dvěma nezávislými vrty jsou v přílohách 3 a 4.

- c) anomálie u Osečné se projevuje obdobným způsobem, jako v cenomanském kolektoru; opět můžeme předpokládat, že je způsobena strukturou, která protíná oba kolektory
- e) v oblasti dolu Křižany I se výraznější anomálie v turonské zvodni neprojevuje; kvůli velkému počtu vrtů, které byly většinou už zlikvidované, jsem pro tuto oblast provedl ověřovací analýzu vztahu hladin v turonských a cenomanských vrtech



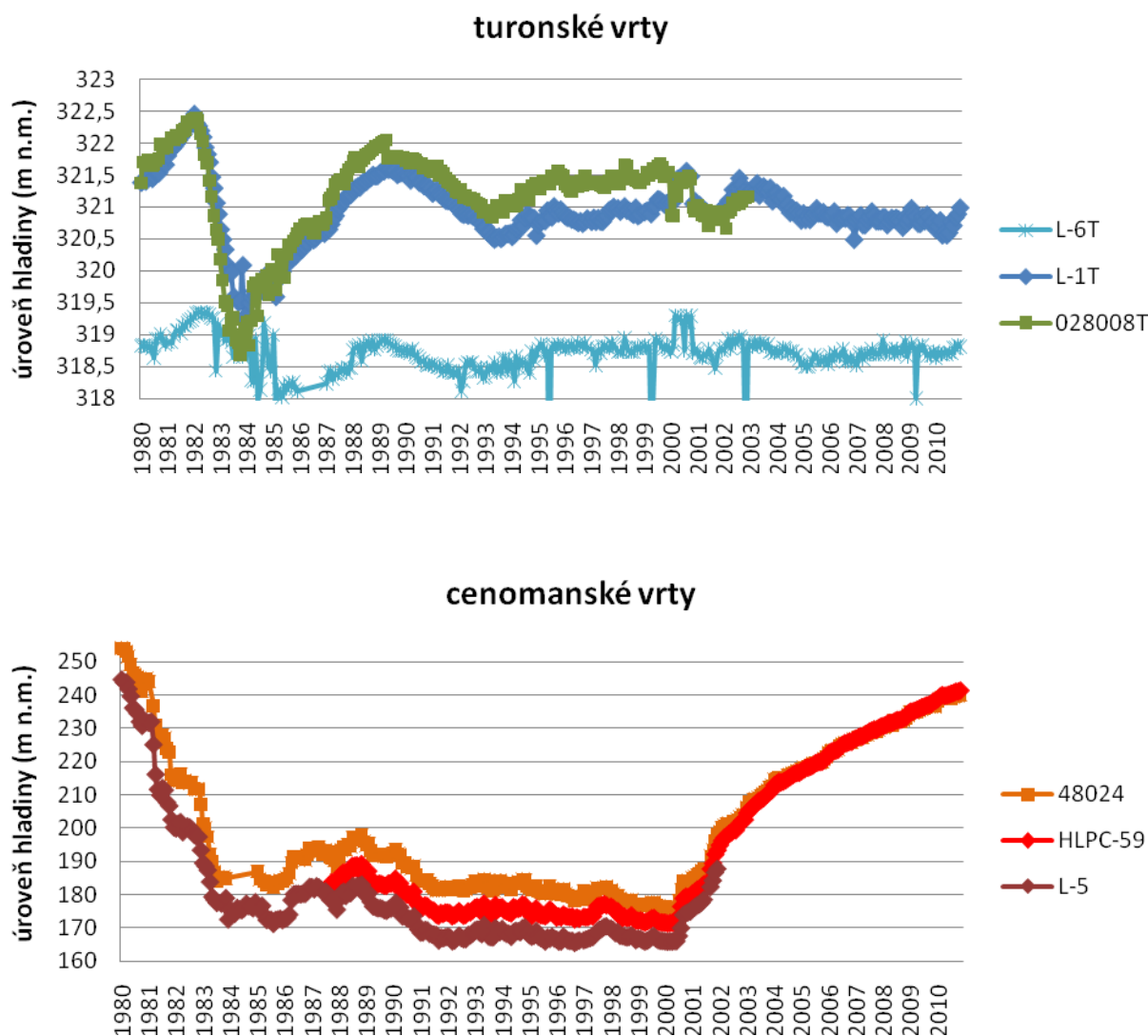
Obrázek 22: Časový vývoj úrovní hladiny podzemní vody ve vrtech v oblasti bývalého dolu Křižany I

Tabulka 6: Korelace hladin v turonských a cenomanských vrtech v oblasti bývalého dolu Křižany I

KORELACE MEZI VRTY		KOEFIČIENT KORELACE	
		R	R ²
BR-42H	BR-43T	-0,471	0,222
137055	137055T	0,577	0,332
137055	151053T	0,411	0,169

V cenomanských vrtech hladina podzemní vody po vyhloubení jam číslo 4 a 5 koncem 70. let poklesla a se začátkem zatápění dolu Křižany I začala stoupat. V turonských vrtech se úroveň hladiny v celém období pouze mírně měnila a není patrný jednotný trend, který by mohl nastat v důsledku komunikace turonského s cenomanským kolektorem (obrázek 22). Nízké hodnoty koeficientů korelace mezi vrty z tabulky 6 potvrzují toto zjištění.

- f) anomálie u jámy číslo 9P dolu Hamr II, se projevuje v obou kolektorech a podle tvaru bychom ji mohli interpretovat jako důsledek komunikace mezi zvodněmi skrz poloizolátor



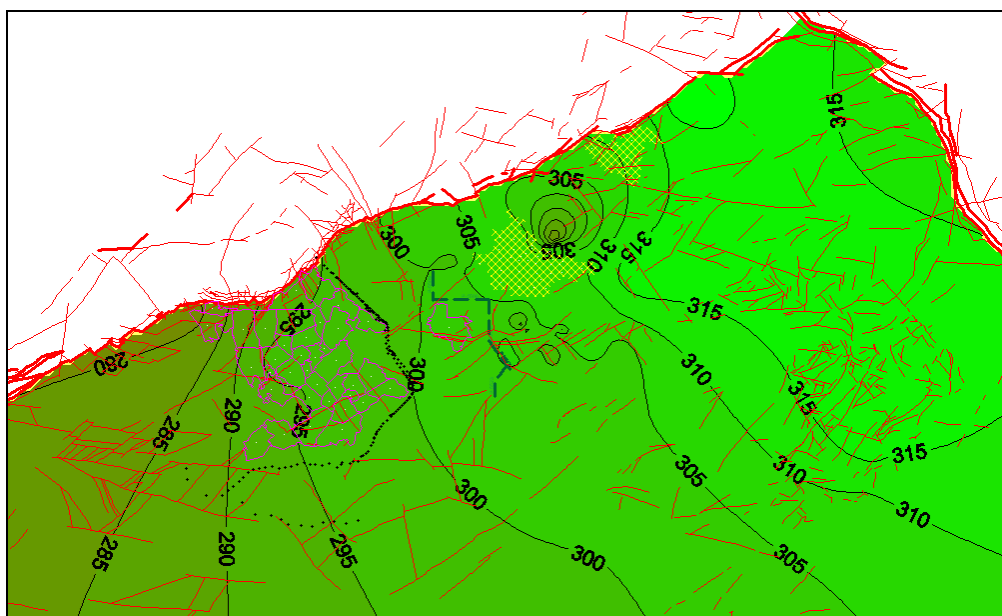
Obrázek 23: Časový vývoj úrovní hladiny podzemní vody ve vrtech v oblasti bývalého dolu Hamr II

Tabulka 7: Korelace hladin v turonských a cenomanských vrtech v oblasti bývalého dolu Hamr II

KORELACE MEZI VRTY		KOEFCIENT KORELACE	
		R	R ²
L-5	L-6T	0,317	0,100
048024	L-1T	0,213	0,045
HLPC-59	028008T	-0,015	0,0002

Na obrázku 23 jsou srovnány grafy hladin v turonských a cenomanských vrtech v této oblasti. Pokles hladiny v obou kolektorech v začátku 80. let byl způsoben čerpáním z obou kolektorů během hloubení jam. Další vývoj hladin nenaznačuje společné trendy nebo jakoukoliv reakci turonské zvodně na změny poměru v cenomanském kolektoru. Strop cenomanského kolektoru je u jámy číslo 6 dolu Hamr II na úrovni asi 190 m n. m., proto je už od roku 2002 v okolí obnovený stav napjaté cenomanské zvodně. Významnější komunikaci nedokazují ani výsledky korelace hladin z vrtů (tabulka 7) s nízkými koeficienty korelace.

Přetékání z cenomanského do turonského kolektoru by bylo kvůli ochraně turonské zvodně velmi nebezpečné. K tomu by mohlo dojít za stavu, kdy je úroveň cenomanské zvodně nad úrovní turonské zvodně. V severozápadní části strážského bloku se hladiny podzemní vody cenomanského kolektoru blíží k původnímu stavu z období před zahájením odvodňování. V budoucnu se očekává návrat stavu hladin ze začátku 60. let minulého století, který je znázorněn na převzatém obrázku 24.



Obrázek 24: Hydroizopiezy cenomanské zvodně strážského bloku v roce 1967 (Datel et al, 2009)

Z mapy lze vyčíst, že je předpokládána konečná úroveň hladiny cenomanské zvodně v oblasti dolu Hamr II 300 až 305 m n. m. (10 až 15 m pod úrovní turonské zvodně) a v oblasti dolu Křižany I 310 až 315 m n. m. (kolem 40 m pod úrovní turonské zvodně). Přetékání z cenomanského do turonského kolektoru ve zjištěných místech anomálií

s potenciálním nebezpečím nehrozí, pokud se bude hydraulická situace v obou kolektorech do budoucna odvíjet podle očekávání.

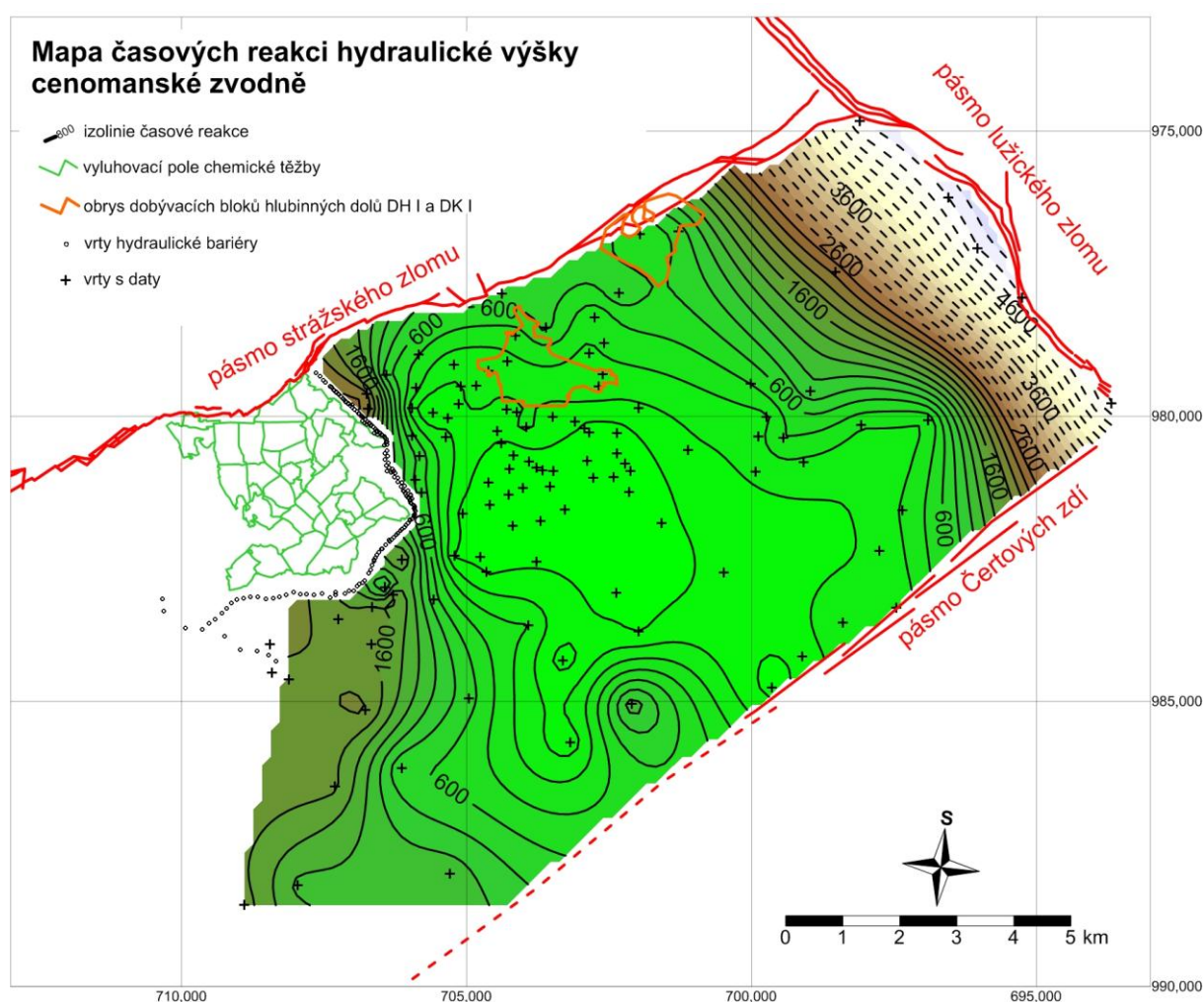
7.3 Časové reakce hydraulické výšky cenomanské zvodně

Pro ověření časové reakce hladiny podzemní vody v cenomanském kolektoru na začátek zatápění dolu Hamr I, byla vypracovaná mapa izolinii časové reakce (obrázek 25). Hodnoty izolinií časových reakcí na mapě představují zpoždění začátku stoupání hladiny podzemní vody vzhledem k datu vypnutí čerpadel na jámě č. 13 (23. 4. 2001). První reakce mají zápornou hodnotu (hladiny začaly stoupat už před dubnem 2001), protože už v polovině roku 2000 došlo k omezení čerpání z dolu a tedy vzestupu hladiny. Jde o území jižně od dolu Hamr I, kde se postupně likvidovaly vrty na drenážních překopec 5. patra.

Hladina ve vrtech u lužické poruchy do současnosti klesá. Severovýchodní část mapy je proto vykreslena na základě předpokládaného data začátku vzestupu hladiny v této oblasti a je pouze ilustrační. V současnosti je přechod mezi stoupajícími a klesajícími hladinami poměrně rychlý se strmým gradientem.

Stejně jako na mapě izolinií hladin jsou i na mapě časových reakcí hladin zřetelné anomálie. U pásma Čertových zdí a u Chrástné jde pravděpodobně o stejnou příčinu. Anomálie na mapě časových reakcí u dolu Křižany I je vykreslena pouze na základě údaje z jednoho vrtu, proto ji nemůžeme brát jako důvěryhodnou. Obdobný je také případ anomálie na jihu mapy v blízkosti vodního zdroje Dolánky.

Kvůli vizuálnímu zpracování dat z vrtů a v některých případech nepravidelnému a nerovnoměrnému intervalu měření hladiny ve vrtech, jsem pro vykreslení získal málo přesných a důvěryhodných dat. Z těchto důvodů výstup poskytuje jen celkovou situaci a nelze z něho odvozovat lokální závěry v konkrétních místech.



Obrázek 25: Mapa časových reakcí hydraulické výšky cenomanské zvodně ve dnech na začátek zatápění dolu Hamr I

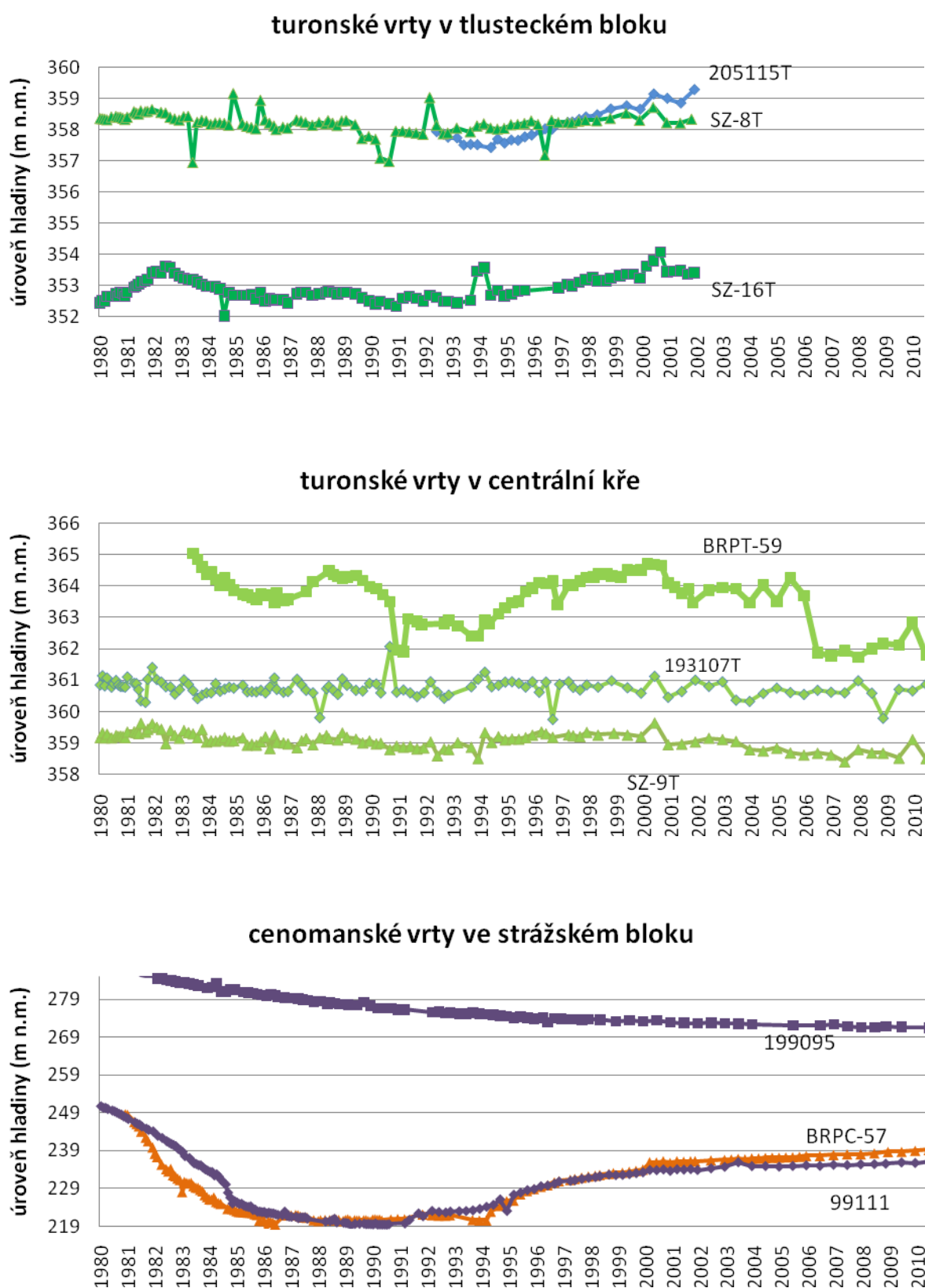
7.4 Ověření propustnosti pásma strážského zlomu

Jak už bylo popsáno v kapitole 5.3, propustnost pásma strážského zlomu se mění v podélném profilu. Jeden z komplikovanějších úseků se nachází severně a severozápadně od bývalého dolu Křižany I, kde se hlavní zlomová linie rozvětví (viz obrázek 6). Mezi strážským a tlusteckým blokem tak vznikla dílčí centrální kra. Ze strukturních řezů zhotovených v rámci zprávy Kvantifikace přetoku mezi cenomanským a turonským kolektorem (Datel et al, 2009) vyplývá, že v některých místech jsou přes zlomovou plochu v kontaktu pískovce perucko-korycanského souvrství, které tvoří cenomanský kolektor ve strážském bloku, s jizerským souvrstvím turonského kolektoru.

Na obrázku 26 dole je vykreslen časový vývoj úrovní podzemní vody turonského kolektoru tlusteckého bloku, turonského kolektoru centrální kře a cenomanského kolektoru strážského bloku. Obecně je hladina nejvyšší v centrální kře, v tlusteckém bloku je řádově o několik metrů nižší a v cenomanském kolektoru strážského bloku je hladina podzemní vody ve srovnání s hladinou turonské zvodně v centrální kře nižší o více než 100 m. Zmíněné území se nachází v oblasti skokové změny časové reakce cenomanské zvodně na zatápění hlubinných dolů, proto hladina v cenomanských vrtech na severovýchodě klesá a na jihozápadě už dlouhou dobu stoupá. Hladina v turonských vrtech je prakticky ustálená. Menší kolísání může být způsobeno množstvím srážek v jednotlivých letech.

Vzhledem k výrazným trendům cenomanských vrtů a ustálenosti hladiny v turonských vrtech můžeme usoudit, že mezi oběma kolektory není významná komunikace, která by se projevila v podobném časovém vývoji hladin ve vrtech. Podle výsledků v tabulce 8 je korelace hladin ze sousedních turonských a cenomanských vrtů slabá.

Kolektory jsou oddělené zlomovou plochou mezi strážským blokem a centrální krou, která může svým charakterem ovlivňovat propustnost struktury. Valečka ve zprávě Datel et al (2009) uvádí, že záleží na horninách, které se nacházejí na styku konkrétní zlomové linie. Pokud jsou na obou nebo jenom na jedné straně linie slítnité a jílovité horniny, je velmi pravděpodobné, že puklina bude zaplněna podrcenými produkty těchto hornin a její propustnost bude malá. Pokud jsou z obou stran zlomové plochy čistého pískovce, drceným produktem bude propustný písek. V tomto případě může propustnost vertikální tektoniky zůstat zachována a probíhá komunikace mezi vertikálně oddělenými kolektory. Většinou jsou ale laterální i vertikální změny v zrnitosti tak časté, že ani lokálně převažující písčité výplně nezaručí významnější komunikaci.



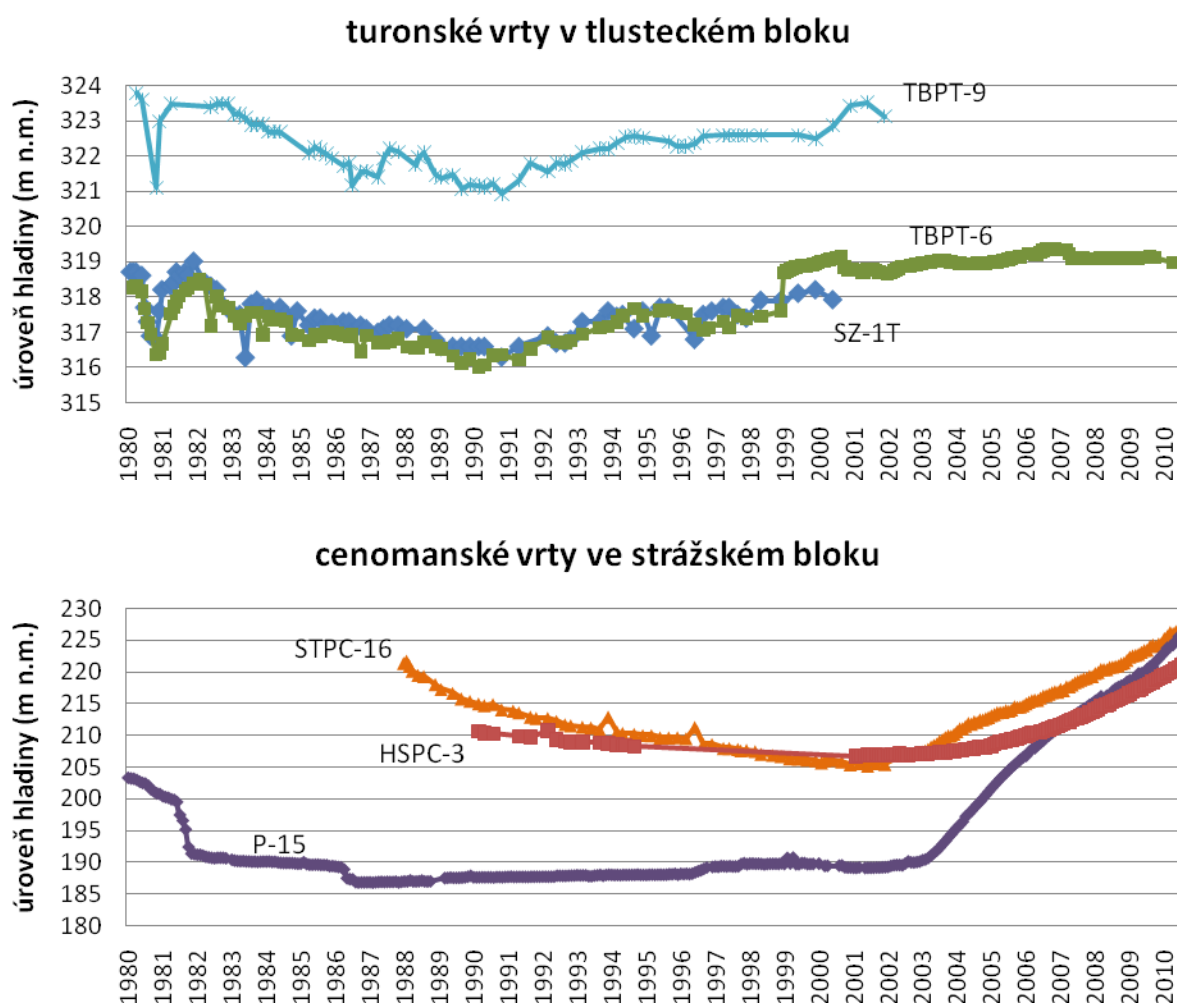
Obrázek 26: Časový vývoj úrovní podzemní vody ve vrtech v oblasti pásma strážského zlomu u bývalého dolu Křižany I (škály u turonských vrtů mají podrobnější rozlišení než u cenomanských)

Tabulka 8: Korelace hladin v turonských a cenomanských vrtech v oblasti pásma strážského zlomu u bývalého dolu Křižany I

KORELACE MEZI VRTY		KOEFIICIENT KORELACE	
		R	R ²
193107T	199095	0,162	0,026
BRPT-59	BRPC-57	-0,051	0,002
SZ-9T	199095	0,491	0,241
SZ-9T	BRPC-57	0,166	0,027

V úseku mezi Útěchovickým Špičákem a Stráží pod Ralskem je hlavní zlomová plocha několikrát přerušena a posunuta příčnými zlomy. Podle strukturních řezů jsou cenomanský a turonský kolektor na severovýchodě tohoto úseku v kontaktu přes zlomovou plochu, zatímco u Stráže pod Ralskem je cenomanský kolektor v kontaktu s coniackým izolátorem.

Na obrázku 27 je vykreslen časový vývoj hladiny podzemní vody turonského kolektoru tlusteckého bloku a cenomanského kolektoru strážského bloku v tomto úseku. Hladina v cenomanských vrtech podle očekávání v posledních letech stoupá. Trend nástupu začíná po roce 2002. Velmi mírný nástup hladin je zřetelný také u turonských vrtů. Tady ale trend nástupu začíná už kolem roku 1991, proto můžeme předpokládat, že hydraulické poměry v turonském kolektoru tlusteckého bloku v popsaném úseku zlomového pásma nejsou výrazně ovlivněny stavem v cenomanském kolektoru strážského bloku. To potvrzují výsledky korelace mezi vrty v tabulce 9, kde jsou koeficienty korelace nízké anebo u vrtů s opačným trendem hladiny záporné.



Obrázek 27: Časový vývoj úrovní podzemní vody ve vrtech v oblasti pásma strážského zlomu mezi Útěchovickým Špičákem a Stráží pod Ralskem (škála u turonských vrtů má podrobnější rozlišení než u cenomanských)

Tabulka 9: Korelace hladin v turonských a cenomanských vrtech v oblasti pásma strážského zlomu mezi Útěchovickým Špičákem a Stráží pod Ralskem

KORELACE MEZÍ VRTY		KOEFIČIENT KORELACE	
		R	R ²
TBPT-9	HSPC-3	-0,956	0,913
TBPT-6	STPC-16	0,198	0,039
SZ-1T	STPC-16	-0,739	0,547

8 Závěry

Cíle diplomové práce byly splněny. Potvrdilo se, že tektonické a vulkanické struktury ovlivňují hydrogeologické poměry v severovýchodní části strážského bloku. Na základě vypracovaných map izolinií hladin zvodní jsem definoval místa anomálií. Podrobně jsem analyzoval jejich návaznost na vulkanické a tektonické struktury a ověřil případný vliv umělých zásahů.

Hydrogeologické poměry v zájmové oblasti výrazně ovlivňuje pásmo strážského zlomu. V oblasti severně a severozápadně od bývalého dolu Křižany I a v úseku od Útěchovického Špičáku do Stráže pod Ralskem, byl potvrzen těsnící efekt zlomového pásma. Bariérový efekt žil neovulkanitů se projevuje u struktur, které jsou orientované napříč proudění podzemní vody (žíly u Jeleních Vrchů, Kavčího kopce). Žíly mezi Břevništěm a dolem Křižany I se stejnou orientací v prostoru, ale paralelně s prouděním podzemní vody, nemají výraznější vliv na hladinové poměry. Označil jsem místa se zvýšenou propustností v důsledku porušenosti prostředí zlomy. Korelací hladin cenomanské a turonské zvodně jsem komunikaci mezi kolektory, která by se odrazila v piezometrických úrovních, nezjistil.

Do budoucna by bylo možné další ověření komunikace mezi cenomanským a turonským kolektorem použitím chemických parametrů. Vhodná by byla korelace koncentrací složek z obou zvodní v určité oblasti nebo vyhodnocení výsledků na základě modelu transportu znečištění. Přetok mezi zvodněmi by bylo možné ověřit také pomocí karotážních měření.

9 Literatura

Artisan Groundwater Modeling Blog (2010): Interpolation Method

<http://www.groundwatergo.com/blog/which-interpolation-method-is-the-best/>,
(30.6.2011).

ČHMU: Evidenční list hlásného profilu č. 242. Český hydrometeorologický ústav,
http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=307303, (20.7.2011).

DATEL, J. V. (2008): Limity využívání termálních vod na příkladu konceptuálního modelu benešovsko-ústeckého zvodněného systému české křídové pánve. Doktorská disertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha, 129 s.

DATEL, J. V. EKERT, V. KRÁSNÝ, J. LIPANSKÝ, T. MUŽÍK, V. PAZDÍREK, O. VENCELIDES, Z. WASSERBAUER, V. (2009): Závěrečná zpráva úkolu „Kvantifikace přetoku mezi cenomanským a turonským kolektorem“. s. p. DIAMO o. z. TÚU, Stráž pod Ralskem.

EKERT, V. (2007): Zatápění dolu Hamr I. Občasník DIAMO, s. p. DIAMO Stráž pod Ralskem, 12, č. 7-8, s. 4.

EKERT, V. et al (2009): Zpráva o vývoji hydrogeologické a hydrochemické situace, výsledcích sanace, plnění opatření o. z. TÚU za rok 2008 a plnění rozhodnutí orgánů státní správy k dané problematice. CD, s. p. DIAMO o. z. TÚU, Stráž pod Ralskem.

EKERT, V. (2010): Zatápění uranového dolu Hamr I. Uhlí – rudy - geologický průzkum, Zaměstnavatelský svaz důlního a naftového průmyslu, 17, č. 5, s. 9-13.

Golden Software Inc. (2002): Surfer 8 Contouring and 3D Mapping for Scientists and Engineers – User's Guide. Golden, Colorado, 640 s.

HEIS VÚV: Vodní hospodářství a ochrana vod, souhrnná mapa. Hydroekologický informační systém, Výzkumní ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, <http://heis.vuv.cz/>, (20.7.2011).

MUŽÍK, V. et al (2003): Roční zpráva referátu hydrogeologického za rok 2002. s. p. DIAMO o. z. TÚU, Stráž pod Ralskem.

HERČÍK, F. HERRMANN, Z. VALEČKA, J. (1999): Hydrogeologie české křídové pánve. Český geologický ústav, Praha, Praha.

KOPECKÝ, P. (1998), Jihozápadní předpolí ložiska Stráž, II. etapa; závěrečná zpráva k řešení geologického úkolu. s. p. DIAMO o. z. TÚU, Stráž pod Ralskem.

KOŠTEJN, Z. et al (2004): Závěrečná zpráva dolu dle Vyhlášky ČBÚ č. 52/1997 Sb. CD, s. p. DIAMO o. z. TÚU, Stráž pod Ralskem.

Mapy.cz: Obecná mapa. PLANstudio, <http://www.mapy.cz/>, (10.5.2011).

PAZDÍREK, O. (1991): Syntéza poznatků o tektonické stavbě strážského bloku s posouzením jejího vlivu na hydrogeologické poměry. MS. s. p. DIAMO o. z. TÚU, Stráž pod Ralskem.

SLEZÁK, J. (2001): Historie těžby uranu v oblasti Stráže pod Ralskem v severočeské křídě a hydrogeologie. Sborník geologických věd, Hydrogeologie, inženýrská geologie, Český geologický ústav, Praha, 21, s. 5-36.

SUN, Y. KANG, S. LI, F. ZHANG, L. (2009): Comparison of interpolation methods for depth to groundwater and its temporal and spatial variations in the Minqin oasis of northwest China. Environmetal Modelling & Software, Elsevier, 24, č. 10, s. 1163 – 1170.

KOPECKÝ, L. et al (1963): Geologická mapa ČSSR, list M-33-IX Děčín, 1 : 200 000. Ústřední ústav geologický, Praha.

PŘÍLOHY

Příloha 1: Tabulka s charakteristickými údaji o použitých vrtech, časovým rozsahem měření a průměrným počtem měření za rok. Měření před rokem 1970 a po lednu 2011 nebyly zpracovány.

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
BAPC-12	979929	704121	319,30	02.10.1976	12.1989	01.2011	1550	73	cenoman
HSCC-19	979885	704293	314,95	23.06.1980	06.1980	01.2011	4776	156	cenoman
HSCC-38	979791	705134	336,68	09.06.1982	07.1982	01.2011	1290	45	cenoman
STPC-14	979274	706411	309,18	19.03.1980	03.1980	01.2011	1440	47	cenoman
STPC-65	979862	705959	341,94	15.09.1981	08.1981	01.2011	1556	53	cenoman
STPC-67	979945	705584	325,00	17.11.1981	10.1981	01.2011	1378	47	cenoman
STPC-192	979498	705890	309,01	06.10.1988	09.1988	01.2011	828	37	cenoman
VP6-190	980031	705326	346,78		01.1982	01.2011	1525	53	cenoman
BAPC-52	979872	706724	303,74	11.05.1977	12.1977	01.2011	1889	57	cenoman
STPC-12	979607	706754	299,95	01.06.1979	09.1980	01.2011	1447	48	cenoman
BAPC-59	979476	705101	309,28	30.07.1979	07.1979	01.2011	4687	149	cenoman
CC-9	979039	704282	316,67	29.07.1974	12.1974	01.2011	2829	78	cenoman
HSCC-41	979468	704829	314,06	15.08.1981	07.1981	01.2011	1291	44	cenoman
HSPC-3	977855	704377	337,83	04.11.1988	02.1990	01.2011	3455	165	cenoman
P-10	979199	704617	309,99	10.05.1974	04.1974	01.2011	1478	40	cenoman
P-15	978592	704143	317,11	02.02.1974	01.1974	01.2011	5526	149	cenoman
STPC-16	978921	705838	307,74	04.03.1980	12.1987	01.2011	268	12	cenoman
STPC-120	979101	705225	310,32	26.04.1986	04.1986	01.2011	1036	42	cenoman
060017	981160	704615	331,59	22.08.1975	09.1975	01.2011	1441	41	cenoman

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
BAPC-14	980922	704242	321,06	24.11.1976	01.1977	01.2011	1013	30	cenoman
HLPC-55	981377	704260	323,67	02.07.1978	01.1979	01.2011	1267	40	cenoman
HLPC-70	981259	704014	325,90	09.08.1985	07.1985	01.2011	674	26	cenoman
HSCC-34	981555	704592	337,90	15.05.1981	09.1981	01.2011	1078	37	cenoman
STPC-97	981706	705066	362,48	02.12.1985	12.1985	01.2011	904	36	cenoman
018035	980185	703948	318,63	27.06.1976	07.1976	01.2011	1845	53	cenoman
BAPC-42A	980688	704179	320,82	03.11.1978	06.1976	01.2011	1323	38	cenoman
HSCC-23	980473	704395	324,41	15.04.1981	06.1981	01.2011	1302	44	cenoman
HSCC-24	980265	704463	321,84	17.07.1981	07.1981	02.2007	1291	50	cenoman
HSCC-28	980362	705361	361,75	11.12.1981	01.1982	01.2011	1346	46	cenoman
L-6	980798	703908	344,03	10.07.1975	12.1986	01.2011	661	27	cenoman
BAPC-57A	981119	705895	342,79	28.10.1997	06.1977	01.2011	2248	67	cenoman
BAPC-58	981340	705794	361,31	03.07.1977	12.1977	01.2011	1403	42	cenoman
STPC-50	980346	705956	348,59	14.05.1982	06.1980	01.2011	4948	162	cenoman
STPC-52	980130	706383	315,57	06.11.1981	06.1982	01.2011	1435	50	cenoman
STPC-54	980699	705826	380,14	16.06.1982	10.1982	01.2011	962	34	cenoman
063071	978269	702748	341,96	18.05.1968	01.1970	01.2011	3277	80	cenoman
AC-1	978890	702850	336,70	30.09.1973	08.1973	01.2011	2865	77	cenoman
BAPC-25	980095	703096	315,39	02.08.1977	09.1977	01.2011	1789	54	cenoman
CC-11	978448	703603	321,37		05.1974	01.2011	2461	67	cenoman
CC-13	979260	702610	327,68		10.1973	01.2011	2708	73	cenoman
CC-14	978719	702590	339,48		01.1974	01.2011	2583	70	cenoman

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
HLPC-52	979855	701978	323,05		04.1977	01.2011	1124	33	cenoman
HSCC-16	980012	703493	315,57	15.04.1980	06.1980	01.2011	1567	51	cenoman
P-6	979478	702684	319,36	15.02.1974	01.1974	01.2011	2865	77	cenoman
HLCC-1	981331	702149	351,88	16.11.1977	10.1977	01.2011	5285	159	cenoman
L-7	981078	702782	335,97	16.05.1975	04.1975	01.2011	1260	35	cenoman
L-26	981876	701578	428,94	19.05.1976	10.1976	01.2011	281	8	cenoman
L-35	981063	702415	333,72	28.05.1976	05.1976	01.2011	1018	29	cenoman
L-40	980653	702356	323,19	09.10.1976	10.1976	01.2003	1271	48	cenoman
L-41	980963	702119	332,62	14.09.1976	09.1976	05.2004	1301	47	cenoman
L-42	980302	702362	320,80	24.10.1976	10.1976	01.2011	1442	42	cenoman
L-44	980827	702213	328,43	20.11.1976	11.1976	01.2011	1419	42	cenoman
048024	981835	703706	349,57	27.09.1966	01.1970	01.2011	1318	32	cenoman
HLPC-59	981233	703530	341,33	28.09.1987	09.1987	01.2011	635	27	cenoman
HLPC-60	981638	703274	347,77	17.09.1987	09.1987	01.2011	519	22	cenoman
HLPC-63	980780	702887	323,09	30.01.1984	03.1984	01.2011	840	31	cenoman
HLPC-65	982306	704035	358,71	30.08.1984	12.1984	01.2011	615	24	cenoman
HLPC-72	981934	703146	361,99	25.02.1988	02.1988	01.2011	465	20	cenoman
HSCC-18A	980217	702935	317,14	15.04.1980	05.1980	01.2011	1331	43	cenoman
L-4	980946	703667	348,24	22.07.1975	12.1984	05.2003	390	21	cenoman
L-5	980898	703768	352,85	29.06.1975	06.1975	01.2002	1147	43	cenoman
L-10	980282	702844	316,68	27.04.1975	12.1975	01.2011	4652	132	cenoman
ND-3	980961	703475	336,81	03.10.1966	09.1973	05.2003	662	22	cenoman

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
STPC-98	981919	704188	339,47	25.09.1985	12.1985	01.2011	914	36	cenoman
019212	984755	699646	341,59		01.1970	01.2011	865	21	cenoman
032096	983096	702369	392,67		01.1970	01.2011	266	6	cenoman
096080	983672	703913	396,56	28.09.1967	01.1970	01.2011	221	5	cenoman
224064	985155	706777	333,49	08.10.1977	05.1989	01.2011	75	3	cenoman
226112	986173	706139	298,40		05.1989	01.2011	3645	168	cenoman
240192	988022	705296	307,78	15.10.1967	08.1989	01.2011	58	3	cenoman
HOPC-1	985048	702099	331,30	07.01.1990	02.1991	01.2011	67	3	cenoman
HOPC-2	984281	703314	395,66	16.11.1989	11.1989	01.2011	3800	179	cenoman
HOPC-3	984948	704956	365,54	13.08.1991	02.1992	01.2011	72	4	cenoman
HOPC-4	985715	703174	388,11	16.12.1991	02.1992	01.2011	63	3	cenoman
HOPC-5	983776	701978	391,24	02.09.1991	02.1992	01.2011	70	4	cenoman
HVPC-1	986497	707309	295,86	26.11.1990	04.1991	01.2011	4324	219	cenoman
MIPC-12	988578	708891	304,83	30.06.1986	06.1986	01.2011	539	22	cenoman
MIPC-19	988223	707961	351,33	10.05.1989	08.1989	01.2011	57	3	cenoman
OKPC-20	982738	700483	384,43	23.07.1983	07.1983	01.2011	3511	128	cenoman
OKPC-31	983617	698398	400,28	05.04.1988	04.1988	01.2011	68	3	cenoman
OKPC-32	984217	699109	358,77	08.03.1988	04.1988	01.2011	75	3	cenoman
STPC-224	983923	704828	315,56	01.10.2003	11.2003	01.2011	30	4	cenoman
099111	976942	702595	391,98	17.02.1974	05.1974	01.2011	229	6	cenoman
107107	976899	702372	382,34	02.10.1976	01.1977	01.2002	186	7	cenoman
137055	977554	701015	423,13	14.06.1972	05.1975	01.1991	140	9	cenoman

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
BR-13H	977254	701088	406,94	27.08.1973	01.1974	01.2011	1489	40	cenoman
BR-23H	976504	701559	378,83	07.04.1976	09.1977	01.2003	141	6	cenoman
BR-42H	976982	701348	394,45	02.09.1976	09.1977	01.1999	285	13	cenoman
BR-44H	976765	701282	386,01	10.09.1976	09.1977	01.2011	167	5	cenoman
BRCC-15	976747	700940	396,51	15.12.1978	04.1979	01.2003	115	5	cenoman
BRPC-57	976808	701956	401,60		11.1980	01.2011	162	5	cenoman
JAMA-5	977264	701077	420,60		07.1992	01.1999	113	17	cenoman
SZ-10	976599	701387	381,82	11.08.1966	01.1970	01.2002	984	31	cenoman
123216	983357	697453	428,18	18.05.1967	01.1970	01.2011	189	5	cenoman
135176	982364	697760	424,49	19.01.1972	05.1972	01.2011	159	4	cenoman
159182A	982159	697193	445,71	20.02.1976	05.1976	01.2011	125	4	cenoman
165162	981653	697356	409,71	28.02.1969	01.1970	01.2011	234	6	cenoman
175096	980151	698082	382,77	08.12.1967	01.1970	01.2011	678	17	cenoman
183128	980695	697465	408,24	25.04.1970	01.1970	01.2011	193	5	cenoman
OKPC-9	980812	699081	367,12	25.08.1977	05.1978	01.2011	781	24	cenoman
OKPC-22	980070	696898	409,18	08.06.1983	09.1980	01.2011	89	3	cenoman
OKPC-29	981880	696298	452,07	05.04.1988	04.1988	01.2011	68	3	cenoman
051095	977950	703354	362,98	19.12.1969	01.1970	01.2003	297	9	cenoman
BRPC-59	977839	702325	351,54	07.10.1984	11.1984	01.2011	235	9	cenoman
199095	975854	700306	380,71	12.10.1969	01.1970	01.2011	259	6	cenoman
221001B	977472	698526	435,98	06.10.1975	09.1975	01.2011	162	5	cenoman
295079	974823	698104	458,83	29.06.1969	03.1974	01.2011	862	23	cenoman

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
BRPC-52	976759	700252	385,78	25.06.1978	06.1978	01.2011	3825	117	cenoman
LP-2	976165	696548	499,38		01.1970	01.2011	170	4	cenoman
RGCC-3	976581	697205	470,97		08.1979	01.2011	118	4	cenoman
RGPC-10	977681	699416	400,30		01.1977	01.2011	158	5	cenoman
RGPC-21	977051	696029	539,53	30.01.1978	02.1971	01.2011	90	2	cenoman
RGPC-30	975766	698302	409,46	05.03.1980	02.1980	01.2011	1193	39	cenoman
111062	980356	699883	350,71	30.03.1969	01.1970	01.2011	245	6	cenoman
159056	979556	698968	387,78	12.10.1973	04.1974	01.2011	178	5	cenoman
329184	979774	693690	508,15		03.1970	01.2011	131	3	cenoman
BV-2	980969	699925	358,08		05.1978	01.2011	146	4	cenoman
L-20	980597	701111	357,60	18.08.1976	05.1976	01.2011	183	5	cenoman
OKCC-3	980010	699739	362,79	30.06.1978	03.1987	01.2011	89	4	cenoman
OKPC-2	978515	698011	462,05	26.09.1977	04.1978	01.2011	142	4	cenoman
OKPC-6	979426	700008	380,89	05.01.1978	03.1978	01.2011	1032	31	cenoman
OKPC-8	980375	699441	356,06	14.08.1977	05.1978	01.2011	156	5	cenoman
RGPC-17	978333	696566	525,89	25.04.1978	08.1978	01.2011	488	15	cenoman
RGPC-18	979008	695844	482,28	29.04.1978	06.1978	01.2011	129	4	cenoman
RGPC-19	980654	695222	460,85	24.05.1978	06.1978	01.2011	465	14	cenoman
RGPC-24	977925	695257	593,39	29.04.1979	05.1979	01.2011	119	4	cenoman
256016	984619	708116	291,05	30.09.1967	09.1987	01.2011	996	43	cenoman
HLPC-56	982465	704752	334,31	18.11.1987	02.1988	01.2011	94	4	cenoman
HLPC-58	982555	703769	355,94	10.11.1987	02.1988	01.2011	3183	139	cenoman

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
HLPC-67	982730	704649	326,95	24.11.1984	05.1985	01.2011	122	5	cenoman
HLPC-68A	982444	705212	363,07	17.02.1985	05.1985	01.2011	115	4	cenoman
STPC-26	982997	706437	345,39	03.02.1980	06.1980	01.2011	2376	78	cenoman
STPC-27	983564	707254	302,56	18.12.1978	04.1979	01.2011	3610	114	cenoman
STPC-100	983344	706655	339,88	20.09.1985	03.1986	01.2011	4908	197	cenoman
STPC-206	983996	706667	309,76	11.12.1987	12.1987	01.2011	1028	44	cenoman
STPC-209	982518	706131	356,02	15.03.1989	03.1988	01.2011	681	30	cenoman
STPC-25	982890	706575	330,38	19.05.1979	10.1979	01.2011	1041	33	cenoman
STPC-144	983136	706287	338,30	14.11.1987	01.1988	01.2011	2235	97	cenoman
STPC-157	984004	708448	324,60	27.01.1987	04.1987	01.2011	1274	54	cenoman
STPC-159A	983888	707144	296,03	14.11.1986	12.1986	12.2002	666	42	cenoman
STPC-161	984496	708410	302,06	30.10.1986	12.1986	01.2011	1258	52	cenoman
STPC-215	983214	705579	338,60	23.07.1991	12.1991	01.2011	75	4	cenoman
STPC-219	982703	706037	352,13	02.12.1999	12.1999	01.2011	3248	293	cenoman
137055T	977560	701013	422,82	17.06.1972	02.1974	01.2003	102	4	turon
151053T	977405	700711	418,29	26.04.1975	07.1976	01.2011	150	4	turon
159055T	977245	700563	413,56	27.02.1971	01.1972	01.2003	186	6	turon
BR-35T	976527	701787	389,80	29.11.1975	03.1976	01.2003	127	5	turon
BR-37T	976472	701838	387,10	21.02.1976	09.1977	01.2003	123	5	turon
BR-43T	976989	701348	394,30	11.09.1976	09.1977	01.2006	135	5	turon
BRPT-51	976010	700677	373,81	02.09.1978	01.1979	01.2011	137	4	turon
BRPT-61	977642	700832	382,55	24.02.1988	04.1988	01.2011	77	3	turon

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
BRPT-62	977415	700408	397,30	13.09.1991	02.1992	01.2011	56	3	turon
SZ-7T	976440	702060	386,37		04.1970	01.2003	202	6	turon
SZ-18T	976146	701163	365,78		06.1975	01.2003	155	6	turon
004031T	980069	703633	314,88	30.05.1966	01.1970	01.2011	1793	44	turon
012019T	980447	703627	338,76	23.07.1966	12.1989	01.2003	480	37	turon
BACT-1	979985	704186	314,98	12.12.1976	12.1976	01.2011	4566	134	turon
BAPT-2	980401	704206	323,98	08.03.1982	12.1989	01.2003	486	37	turon
HSCT-2	980059	704336	316,50	15.12.1981	06.1982	05.2006	1099	46	turon
HSCT-3	980080	704385	319,27	15.12.1981	06.1982	11.2001	1098	57	turon
HSCT-7	979962	704352	315,56	25.02.1982	06.1982	01.2011	1266	44	turon
VZ-302T	980426	703753	327,54	17.02.1966	01.1970	06.2001	1885	60	turon
028008T	981225	703537	340,99	28.05.1966	01.1970	01.2003	1210	37	turon
044023T	980810	704296	324,47	26.05.1966	01.1970	01.2003	1337	40	turon
048024T	981836	703711	349,11	07.07.1966	01.1970	01.2011	1212	30	turon
060017T	981140	704599	331,15	25.08.1975	09.1975	01.2011	1155	33	turon
064016T	981925	704185	339,20	11.06.1966	01.1970	01.2011	1208	29	turon
HLPT-55	981382	704258	323,77	06.07.1978	03.1978	01.2003	1023	41	turon
L-1T	981474	703717	335,41	05.06.1975	05.1975	01.2011	1096	31	turon
L-6T	980795	703912	344,04	13.07.1975	06.1975	01.2011	1098	31	turon
STPT-3	981733	704780	342,31	20.08.1978	09.1981	01.2011	1068	36	turon
111062T	980360	699892	350,38	22.03.1969	01.1970	01.2002	222	7	turon
151096T	980489	698581	371,28	15.03.1973	06.1973	01.2001	52	2	turon

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
175058T	979365	698643	396,60	09.07.1975	03.1985	01.2011	74	3	turon
183032T	978712	698819	427,94	09.04.1976	01.1976	01.2003	148	5	turon
189110T	980258	697584	407,79	29.05.1970	07.1970	01.1998	165	6	turon
199112T	980152	697362	401,95	25.05.1970	04.1970	01.2002	203	6	turon
201072T	979291	697880	414,16	15.01.1976	01.1976	01.2003	136	5	turon
215120T	980074	696901	409,63	17.03.1976	01.1984	01.2011	88	3	turon
237146T	980381	696130	441,08	29.10.1974	10.1974	01.2003	130	5	turon
271152T	979945	695311	473,79	06.05.1967	01.1970	04.1991	175	8	turon
271172T	980344	695031	453,63	30.06.1967	01.1970	01.2002	185	6	turon
HP-12T	980218	697450	394,62	02.08.1972	01.1980	01.2003	98	4	turon
OKPT-6	979424	700007	381,00	06.01.1978	04.1978	01.2011	3813	116	turon
OKPT-7	979971	699762	364,10	01.04.1978	05.1978	01.2003	122	5	turon
OKPT-8	980377	699441	355,93	17.08.1977	05.1978	01.2011	142	4	turon
167140T	981182	697620	403,90	23.12.1976	04.1977	01.2011	146	4	turon
169112T	980576	697973	392,23	17.03.1975	04.1975	01.2011	114	3	turon
183128T	980697	697470	408,00	29.04.1970	03.1970	01.2003	108	3	turon
191148T	981001	697023	419,51	19.02.1976	06.1976	01.2003	150	6	turon
195144T	980859	696992	431,49	24.06.1976	10.1976	01.2003	134	5	turon
221232T	982301	695230	377,26	21.03.1969	12.1973	01.2002	158	6	turon
223160T	980786	696264	446,83	16.10.1966	04.1970	01.2002	157	5	turon
279188T	980572	694628	433,87	12.03.1967	01.1970	01.2002	210	7	turon
HP-8T	980507	693675	444,58		04.1978	01.2004	121	5	turon

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
HP-10T	982160	694914	371,38	10.06.1971	12.1975	01.2011	89	3	turon
OKPT-25	981430	697072	418,63	08.07.1987	10.1987	01.2003	50	3	turon
OKPT-26	981353	697183	416,94	20.07.1987	04.1988	01.2002	47	3	turon
OKPT-28	981107	696387	432,88	18.02.1988	04.1988	01.2011	65	3	turon
OKPT-29	981884	696302	452,34	23.04.1988	04.1988	01.2003	49	3	turon
RGPT-19	980656	695224	460,74	28.05.1978	09.1979	01.2011	114	4	turon
151096T	980489	698581	371,28	15.03.1973	06.1973	01.2001	52	2	turon
151120T	980991	698244	393,99	25.09.1970	08.1970	01.2011	174	4	turon
151144T	981477	697905	403,63	05.06.1969	01.1984	01.2011	88	3	turon
159182T	982163	697182	445,69	01.03.1976	05.1976	01.2011	150	4	turon
159208T	982670	696840	452,46	03.10.1966	02.1974	01.2006	150	5	turon
159224T	983031	696539	448,84	09.10.1966	01.1970	01.2002	171	5	turon
165162T	981657	697368	409,64	22.02.1969	01.1970	01.2011	263	6	turon
171184T	982026	696909	438,29	23.07.1975	09.1975	01.2003	155	6	turon
HP-13T	981616	697321	414,62	29.03.1971	12.1975	01.2003	115	4	turon
OKPT-27	982604	696742	464,52	01.12.1987	04.1988	01.2011	106	5	turon
OKPT-30	982808	696691	468,86	14.03.1988	04.1988	01.2003	49	3	turon
123112T	981215	698931	371,33	28.09.1976	01.1984	01.2002	69	4	turon
123216T	983348	697452	428,15	22.05.1967	01.1984	01.2002	68	4	turon
123224T	983527	697349	451,79	11.03.1967	01.1984	01.2002	67	4	turon
127106T	981027	698927	372,40	07.02.1976	01.1976	01.2003	143	5	turon
135120T	981214	698567	391,51	27.09.1972	01.1973	07.2000	153	6	turon

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
135176T	982368	697764	424,65	31.01.1972	05.1972	12.1992	108	5	turon
HLPT-53	982240	698304	395,75	13.05.1977	03.1978	01.2003	117	5	turon
OKPT-9	980812	699085	367,06	27.08.1977	11.1977	12.2001	132	5	turon
OKPT-10	981233	698775	376,86	20.09.1977	11.1977	01.2002	123	5	turon
OKPT-11	981563	698606	394,21	20.11.1977	04.1978	01.2011	125	4	turon
OKPT-12	981784	698420	398,53	15.01.1978	08.1978	01.2002	109	5	turon
OKPT-13	981937	698215	395,96	03.10.1977	03.1978	01.2011	175	5	turon
OKPT-14	982451	697948	412,50	15.12.1977	08.1978	07.2000	104	5	turon
OKPT-15	982737	697508	436,44	20.12.1978	02.1979	01.2003	102	4	turon
OKPT-16	983633	697145	433,23	25.10.1977	03.1978	01.2006	124	4	turon
OKPT-18	983175	697496	419,68		11.1978	01.2011	164	5	turon
OKPT-19	982423	698001	411,66	15.06.1978	02.1979	01.2011	163	5	turon
015160T	983744	700472	415,29	06.10.1973	04.1974	01.2011	171	5	turon
015208T	984734	699786	345,06	17.03.1967	01.1970	01.2002	90	3	turon
019212T	984770	699651	341,19	19.01.1967	01.1970	01.2011	1762	43	turon
023200T	984448	699734	392,83	27.05.1974	09.1975	01.2003	137	5	turon
031096T	982226	701070	399,83	30.06.1966	01.1970	01.2011	267	7	turon
031160T	983529	700138	411,59	26.07.1966	04.1970	01.2003	190	6	turon
039186T	983949	699604	357,51	09.03.1974	05.1974	01.2003	81	3	turon
085162T	982791	699006	377,35	29.10.1969	04.1970	01.2011	237	6	turon
095160T	982764	698924	387,23	24.07.1966	05.1975	01.1997	135	6	turon
111062T	980360	699892	350,38	22.03.1969	01.1970	01.2002	222	7	turon

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
BV-1T	980979	699965	356,99		02.1979	01.2011	95	3	turon
CZ-4T	984767	699758	336,08		01.1984	01.2003	70	4	turon
HLPT-50	981858	700292	389,17	06.05.1978	05.1978	01.2011	178	5	turon
HP-15T	984149	700239	399,52	15.11.1971	05.1978	01.2011	6369	195	turon
OKPT-8	980377	699441	355,93	17.08.1977	05.1978	01.2011	142	4	turon
OKPT-31	983621	698400	400,46	10.04.1988	04.1988	01.2003	51	3	turon
OKPT-32	984212	699109	358,98	17.03.1988	04.1988	01.2011	108	5	turon
000128T	983383	701270	410,93		05.1986	01.2011	97	4	turon
015096T	982408	701383	402,69	19.10.1973	12.1974	07.1999	202	8	turon
064160T	985049	702091	330,82	17.08.1966	01.1971	01.2011	182	5	turon
096096T	984278	703320	395,29	18.07.1966	04.1986	01.2011	96	4	turon
128202T	986645	702880	378,98	22.03.1968	04.2007	01.2011	43	11	turon
178023T	982688	707066	313,73	13.03.1970	02.1970	01.2011	1004	25	turon
BACT-57	984316	708077	302,75	07.07.1987	10.1998	01.2011	590	48	turon
BACT-61	983135	707309	302,75	01.04.1988	07.1999	01.2011	551	48	turon
HOPT-4	985725	703169	388,32	27.11.1991	02.1992	01.2011	90	5	turon
HVPT-1	986502	707318	296,71	03.12.1990	04.1991	01.2011	3624	183	turon
RGPT-4	982140	706498	331,41	27.05.1977	06.1977	01.2011	891	27	turon
STPT-22	982515	706136	355,60		12.1980	01.2011	1085	36	turon
STPT-27	982896	706575	330,37	09.06.1982	07.1982	01.2011	965	34	turon
STPT-50	983677	705475	311,87	19.05.1992	08.1993	01.2011	3608	207	turon
STPT-52	983405	707269	301,18	14.11.1995	05.1996	01.2011	344	23	turon

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
272055T	983359	709485	332,36	21.02.1970	12.1974	01.2011	886	25	turon
388013T	985862	711257	278,58		01.1970	01.2002	246	8	turon
BACT-59	984097	708954	322,14	19.12.1986	10.1998	05.2006	350	46	turon
HV-2T	985857	711440	278,90		01.1970	12.2010	250	6	turon
HVA-2T	985857	711413	278,54		09.1975	01.2003	137	5	turon
MIPT-3	984257	708994	307,28	29.11.1984	11.1984	01.2011	3388	129	turon
MIPT-4	983705	709940	321,46	10.10.1984	09.1984	01.2011	4256	162	turon
VPPT-1603	983046	709142	368,95		05.1997	01.2011	311	23	turon
003001T	980570	703016	323,03	29.08.1965	01.1970	01.2003	1373	42	turon
035000T	980137	702327	320,37	01.07.1966	01.1970	01.2003	1458	44	turon
L-10T	980286	702843	316,94	11.08.1975	08.1975	09.2010	916	26	turon
L-11T	980111	702505	318,38	18.04.1975	03.1975	01.2011	1361	38	turon
LT-3T	980985	703527	345,79		01.1970	08.1997	1139	41	turon
VPCT-501	980602	703153	330,50		12.1981	01.2011	757	26	turon
VPCT-502	980709	703174	323,41		12.1974	01.2003	746	27	turon
VPCT-503	980686	703105	322,90		12.1974	01.2004	751	26	turon
Y-5T	980794	703200	322,01	13.06.1966	01.1970	01.2003	1215	37	turon
000040T	981385	702495	347,04	16.07.1966	01.1970	01.2006	914	25	turon
011008T	980659	702708	321,36	21.09.1965	04.1970	01.2003	851	26	turon
023024T	980819	702228	327,36	15.06.1966	10.1972	01.2003	1325	44	turon
L-7T	981076	702784	335,94	17.05.1975	04.1975	01.2003	1047	38	turon
L-34T	981349	702845	349,20	05.05.1975	12.1976	07.2002	955	37	turon

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
L-35T	981065	702416	333,78	16.06.1976	05.1976	01.2011	1136	33	turon
015096T	982408	701383	402,69	19.10.1973	12.1974	07.1999	202	8	turon
031096T	982226	701070	399,83	30.06.1966	01.1970	01.2011	267	7	turon
032064T	982414	702881	423,98	03.06.1966	08.1975	01.2011	180	5	turon
075007T	979422	701634	343,28	11.06.1966	01.1970	01.2011	1348	33	turon
HLCT-23	981296	702107	352,69	27.05.1982	05.1982	01.2011	5618	196	turon
HLPT-50	981858	700292	389,17	06.05.1978	05.1978	01.2011	178	5	turon
HLPT-51	979759	700975	359,95		03.1978	01.2011	906	28	turon
HLPT-52	979851	701982	322,78		04.1977	01.2011	1127	33	turon
007063T	979239	703797	319,97	19.05.1966	01.1970	12.2002	1722	52	turon
015075T	978882	703802	328,98	10.06.1966	07.1978	01.2011	1814	56	turon
BACT-2	979514	704728	312,95		12.1976	01.2011	1712	50	turon
HSCT-17	978860	703940	328,64	29.03.1983	12.1983	05.2005	980	46	turon
HSCT-26A	978578	704408	314,69	22.12.1988	12.1989	05.2006	499	30	turon
HSPT-4	979064	703884	331,59	19.07.1984	06.1984	12.2002	958	52	turon
HSPT-5	979184	703930	323,29	14.07.1984	06.1984	12.2002	990	53	turon
HSPT-7	979093	703885	329,62	08.08.1984	07.1984	01.2011	1066	40	turon
HSPT-8	978994	703884	330,62	03.08.1984	07.1984	12.2002	970	53	turon
J-2T	978578	704522	314,94		12.1991	01.2011	468	25	turon
P-22T	979212	703971	319,31		07.1984	06.2006	2823	129	turon
SZ-6T	977822	704197	343,26		01.1970	07.1992	354	16	turon
019047T	979420	703308	316,33	18.07.1966	03.1970	01.2011	2867	70	turon

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
A-1T	979075	702945	329,47	25.02.1973	01.1973	01.2011	3046	80	turon
BS-7T	979210	703290	322,76	15.10.1970	01.1970	12.2002	3903	118	turon
BS-21T	979108	703188	324,53	15.04.1970	03.1970	01.2011	3981	97	turon
BS-35T	979004	703087	329,36		02.1973	10.1995	1648	73	turon
BS-36T	979029	703088	327,73		12.1993	07.1994	27	46	turon
BS-42T	979182	703088	325,18		02.1970	12.2002	3871	118	turon
HSPT-6	978966	702842	334,22		12.1996	12.2002	110	18	turon
HSPT-15	978620	703022	322,74	03.02.1994	02.1996	01.2011	244	16	turon
SC-1T	978807	703082	349,69		10.1973	03.1999	2632	103	turon
BAPT-52	979874	706717	303,70	25.09.1982	12.1990	01.2011	498	25	turon
BAPT-53	979896	706572	306,02	01.10.1982	12.1990	01.2011	497	25	turon
BAPT-58	981337	705792	361,31	10.07.1977	12.1977	01.2011	1444	44	turon
HPP-4T	979646	706966	299,15	07.01.1972	02.1972	05.2001	520	18	turon
STPT-12	979609	706746	301,08	22.02.1980	04.1980	01.2011	1310	43	turon
STPT-28	981707	705683	385,89	19.05.1982	07.1982	11.2000	897	49	turon
STPT-32	981130	705870	344,04	01.10.1981	10.1981	01.2003	1104	52	turon
STPT-33	981079	705965	339,83	22.09.1981	12.1980	01.2011	1282	43	turon
STPT-53	980331	706229	326,91	12.11.1996	03.1997	01.2011	302	22	turon
215060T	978838	697776	425,90	17.03.1976	05.1976	01.2003	141	5	turon
231028T	977964	697884	438,62	29.07.1968	01.1970	01.2011	233	6	turon
267091T	974977	698839	423,58	29.10.1967	01.1970	01.2011	214	5	turon
287096T	978575	695599	515,94	30.10.1966	12.1973	01.2002	155	6	turon

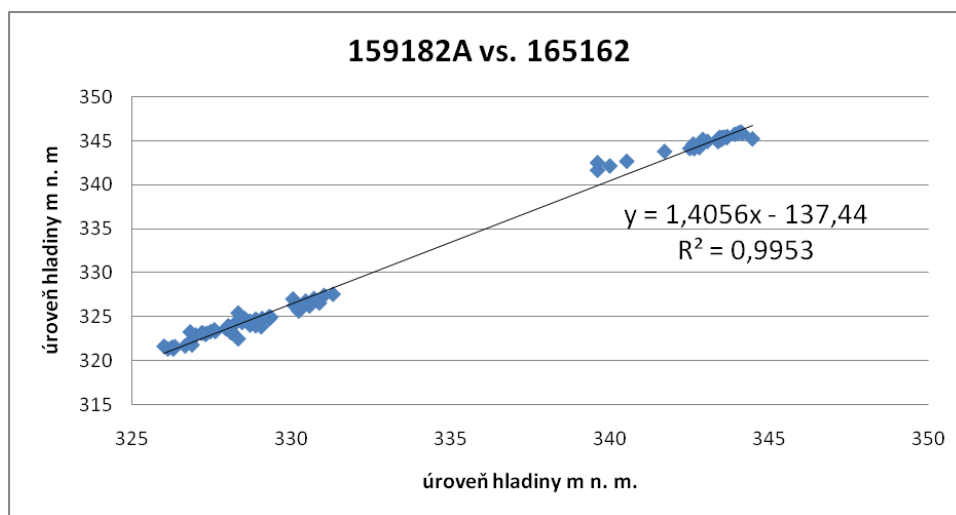
VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
295079T	974817	698112	459,23	02.07.1969	01.1970	01.2011	232	6	turon
BRPT-52	976756	700256	385,76	27.06.1978	08.1978	01.2011	127	4	turon
HP-6T	976438	696942	458,09	23.04.1971	01.1984	01.2003	72	4	turon
LP-4T	976367	696979	458,32	02.11.1967	01.1970	01.2002	213	7	turon
OKPT-1A	978426	698083	461,44	23.05.1978	01.1978	01.2002	116	5	turon
OKPT-2	978512	698012	461,96	29.09.1977	08.1978	01.2011	132	4	turon
OKPT-3	978732	697867	438,31	17.10.1977	04.1978	01.2002	117	5	turon
OKPT-5	978070	698315	424,02	02.03.1978	01.1978	04.2002	157	6	turon
RGPT-2	978642	696613	515,28	01.08.1976	01.1978	01.2011	130	4	turon
RGPT-10	977681	699410	400,32		01.1977	01.2011	163	5	turon
RGPT-16	978816	697433	446,26	18.06.1978	10.1978	01.2003	115	5	turon
RGPT-18	979013	695848	481,95	10.05.1978	08.1978	01.2011	134	4	turon
RGPT-23	978060	695513	555,56	02.05.1979	01.1977	06.1998	110	5	turon
RGPT-26	978773	694910	556,08	12.05.1979	04.1979	01.2004	106	4	turon
RGPT-31	976437	698642	419,96	24.05.1978	05.1978	01.2011	135	4	turon
RGPT-34	977133	696507	503,23	30.06.1986	06.1986	01.2011	81	3	turon
104155T	978897	707400	298,70	10.02.1975	03.1975	01.2011	1257	35	turon
HPP-6T	979815	706508	306,86	20.01.1972	12.1989	01.2003	498	38	turon
HPP-8T	980235	704579	324,40	08.02.1972	03.1972	01.2011	1119	29	turon
HSCT-24	979495	705441	309,48	09.01.1988	12.1989	01.2002	491	41	turon
HSPT-11	979409	705405	308,24	05.04.1989	04.1989	01.2011	652	30	turon
STPT-18	981109	705581	374,87		12.1981	01.2011	1147	39	turon

VRT	X S-JTSK	Y S-JTSK	Z m n.m.	DATUM ZHOTOVENÍ	ZAČÁTEK MĚŘENÍ	KONEC MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ	POČET MĚŘENÍ ZA ROK	KOLEKTOR
STPT-23	981017	705147	354,56	30.09.1981	10.1981	01.2011	1225	42	turon
STPT-29	980699	705821	380,31	23.11.1981	09.1982	01.2011	1070	38	turon
STPT-34	979868	706119	331,53	06.12.1981	11.1981	01.2011	1281	44	turon
STPT-36	981003	705393	355,75	24.09.1981	12.1981	01.2011	4609	158	turon
STPT-37	979943	705582	324,81	26.11.1981	12.1981	05.2000	1110	60	turon
STPT-54	981074	705530	372,66	12.11.1996	03.1997	01.2011	303	22	turon
VPCT-602	980626	705027	343,50		02.1976	11.1978	74	27	turon
VPCT-603	980267	705343	351,66		08.1984	01.1985	23	55	turon

Příloha 2: Tabulka průměrného ročního čerpání v m³/min z hlubinných dolů ve strážském bloku (Mužík et al, 2003).

ROK	ČERPÁNÍ Z DOLU HAMR I	ČERPÁNÍ Z DOLU HAMR II	ČERPÁNÍ Z DOLU KŘÍŽANY I
1966			
1967	2,28		
1968	7,14		
1969	8,52		
1970	11,16		
1971	13,92		
1972	15,54		
1973	13,5		
1974	21,48		3,43
1975	20,88		4,24
1976	22,26		3,65
1977	23,58		3,12
1978	22,38		2,82
1979	24,84		7
1980	35,82		8,36
1981	32,1		9,35
1982	28,2		7,58
1983	28,38	10,78	5,19
1984	26,94	10,26	4,6
1985	26,82	10,26	5,76
1986	31,8	9,1	5,72
1987	31,02	7,46	5,79
1988	34,44	7,65	5,5
1989	34,92	8,12	4,15
1990	33,72	8,07	3,61
1991	33,36	7,75	0,5
1992	30,48	7,93	2,39
1993	29,1	7,85	2,02
1994	28,2	7,62	0,3
1995	28,14	7,55	
1996	25,86	7,3	
1997	22,56	5,71	
1998	23,22	6,25	
1999	22,4	6,28	
2000	21	6,25	
2001	8,4	3,93	
2002	3,3		0,01
2003	1		0,002

Příloha 3: Srovnávací korelace dvou sousedních cenomanských vrtů, jako příklad vysoké míry korelace a závislosti hladin v obou objektech



Příloha 4: Srovnávací korelace cenomanského a turonského vrtu z různých oblastí, jako příklad nízké míry korelace a nezávislosti hladin v obou objektech

